

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年8月2日 (02.08.2001)

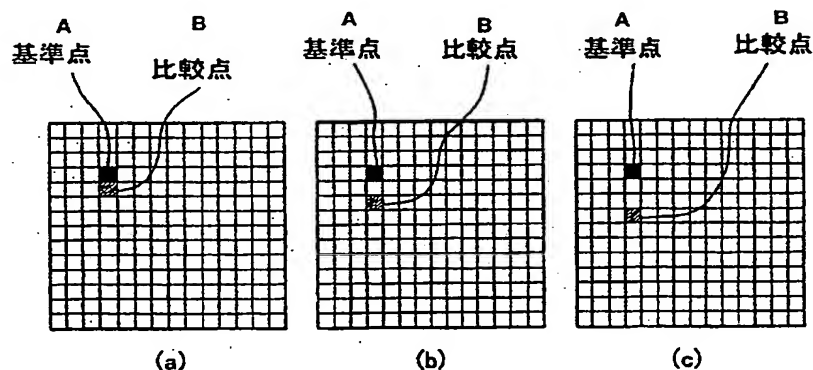
PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/55966 A1

- (51) 国際特許分類: G06T 7/00 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松本憲幸 (MATSUMOTO, Noriyuki) [JP/JP], 竹内英世 (TAKEUCHI, Hideyo) [JP/JP]; 〒458-0835 愛知県名古屋市長区鳴海町字上汐田68番地 中央発條株式会社内 Aichi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/00571
- (22) 国際出願日: 2001年1月26日 (26.01.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 小玉秀男, 外 (KODAMA, Hideo et al.); 〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅4丁目24番8号 日本団体生命ビル8階 Aichi (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): JP, US.
- (30) 優先権データ: 特願2000-20019 2000年1月28日 (28.01.2000) JP 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 中央発條株式会社 (CHUO HATSUJO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒458-0835 愛知県名古屋市長区鳴海町字上汐田68番地 Aichi (JP). 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: FINGERPRINT IMAGE EVALUATING METHOD AND FINGERPRINT MATCHING DEVICE

(54) 発明の名称: 指紋画像評価方法及び指紋照合装置



A... REFERENCE POINT B... COMPARISON POINT

(57) Abstract: A fingerprint image evaluating method for evaluating with a simple method whether or not fingerprint ridge line information is included in a fingerprint image by allowing for the features of fingerprint ridge lines, wherein a density value at a reference point set within a fingerprint image and a density value at a comparison point set a preset distance apart from the reference point are acquired, and the quantity of fingerprint information contained in the fingerprint image is evaluated based on the difference between the acquired density values at reference and comparison points. Since the above fingerprint image evaluating method uses the feature of fingerprint ridge lines that fingerprint furrow lines are present in the vicinity of fingerprint ridge lines, non-fingerprint images are prevented from being erroneously determined as fingerprint images. In addition, the method only need determine the difference between acquired density values at reference and comparison points to thereby eliminate such a troublesome processing as extracting features from a fingerprint image.

[続葉有]



(57) 要約:

本発明は、指紋画像に指紋隆線情報が含まれているか否かの評価を、指紋隆線の特徴を考慮しつつ簡便な方法で行う。この指紋画像の評価方法では、指紋画像内に設定される基準点における濃度値と、その基準点から所定の距離だけ離れて設定される比較点における濃度値とを取得し、これら取得した基準点の濃度値と比較点の濃度値との差に基づいて指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価する。

この指紋画像評価方法の場合、指紋隆線の近傍には指紋谷線が存在するという指紋隆線の特徴を利用しているため、指紋画像でないものを指紋画像であると判断することが防止される。また、基準点の濃度値と比較点の濃度値を取得し、その差を求めれば良いだけなので、指紋画像から特徴点を抽出する等の面倒な処理を行う必要がない。

明細書

指紋画像評価方法及び指紋照合装置

5 技術分野

本発明は、指紋画像の照合を行なう指紋照合技術に関し、詳しくは、指紋画像の質を評価する評価技術に関する。

背景技術

- 10 一般に指紋照合装置では、識別対象者から採取した指紋画像と、既に登録されている指紋画像とを照合し、識別対象者が登録者であるか否かが判定される。このような指紋照合装置では、識別対象者から採取した指紋画像が乾燥指や多湿指等に代表される指紋隆線情報が少ない質の劣る指紋であった場合、採取した指紋画像から識別対象者を識別するための個人情報に充分に抽出できず誤照合が生じる場合がある。このため、指紋照合装置においては、質の良い指紋画像（指紋隆線情報の多い指紋画像、ノイズの少ない指紋画像）のみを照合に用いることによって照合精度を上げることが重要な課題となっている。この課題を解決するためには、指紋画像の質を評価することが不可欠であり、従来から指紋画像の質を評価するためのいくつかの技術が開発されている。
- 15 20 この従来の評価技術としては、指紋画像を暗部と明部に2値化し、2値化した画像内における所定領域の暗部（又は明部）の面積を求めて、暗部の面積と明部の面積の割合に基づき指紋画像の質を評価する方法（例えば、特開平8-110949号等）や、指紋画像から特徴点（指紋隆線の端点や分岐点等）を求め、その特徴点の数に基づいて指紋画像の質を評価する方法（例えば、特開平8-129644号等）が知られている。
- 25

しかしながら、暗部と明部の割合によって指紋画像の質を評価する方法では、指紋隆線の特徴を考慮せず単に指紋画像内の暗部と明部の割合のみで指紋画像の質を判断するため、指紋隆線情報が充分に含まれない画像（指紋隆線が歪んだり、潰れているもの）までが質の良い画像と判断される場合がある。一方、特徴点を

利用して指紋画像の質を判断する技術では、指紋画像から特徴点を抽出するための処理に時間を要し、簡便に指紋画像の質を判定できない。

本発明は、上述した実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、指紋隆線の特徴を考慮しつつ、簡便な処理により指紋画像の質を評価することができる指紋画像評価方法及び指紋照合装置を提供することにある。

発明の開示

本発明の一つの指紋画像評価方法は、指紋画像内の指紋隆線上の点における濃度値と、その指紋隆線上の点から所定距離だけ離れた指紋谷線上の点における濃度値を求め、求めた2つの濃度値の差に基づいて指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価する。ここで、「濃度値」とは、指紋画像内の各点における濃度値そのものに限る意味ではなく、濃度値に変換できるような物理量であればどのようなものでも良く、その物理量が濃度値に変換されているかどうかは問わない。したがって、例えば、「濃度値」に変換する前の画像信号の電圧等であっても良い。また、「濃度値の差に基づいて」とは、実際に求めた濃度値を引き算して得られる濃度値の差に基づく場合に限る意味ではなく、例えば、濃度値の差の大小を判定できるパラメータに基づく場合等も含まれる。したがって、例えば、濃度値の比をとることにより、その比に基づいて濃度値の差の大小を判定する場合も、「濃度値の差に基づいて」に相当する。

この指紋画像評価方法では、指紋隆線上の点の濃度値と、その隆線上の点から所定の距離だけ離れた指紋谷線上の点の濃度値を求めれば良いだけなので、指紋画像から特徴点を求める等の面倒な処理が不要となる。また、明瞭な指紋画像が有する特徴（指紋隆線から所定の距離だけ離れた位置には指紋谷線が存在する。；指紋隆線上の濃度値と指紋谷線上の濃度値の差が大きい。）を考慮して指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量が評価されるため、指紋画像以外の画像を指紋画像であると判断することが防止される。

すなわち、図6(a)に示すように指紋画像が明瞭な場合（指紋隆線情報が多く含まれる場合）は、指紋隆線と指紋谷線が明確に区別されるため、図6(b)に示すように、指紋隆線上の点の濃度値と、その点の近傍にある指紋谷線上の点の濃

度値との差が大きくなる。ここで、図 6 (b) は、図 6 (a) に示す指紋画像内に設けた水平方向の線上における濃度値の変化の様子を示す図である。

逆に、図 7 (a) に示すように指紋画像が不明瞭な場合（指紋隆線情報が余り含まれない場合）は、指紋隆線と指紋谷線とが明確に区別されず、図 7 (b) に示すように、指紋隆線上の点の濃度値と、その点の近傍にある指紋谷線上の点の濃度値との差が小さくなる。ここで、図 7 (b) は、図 7 (a) に示す指紋画像内に設けた水平方向の線上における濃度値の変化の様子を示す図である。

したがって、指紋隆線上の点の濃度値と、その指紋隆線上の点の近傍にある指紋谷線上の点の濃度値とを比較することで、指紋画像が明瞭であるか否か（指紋隆線情報が多く含まれているかどうか）を判定することができる。

なお、指紋画像の質を判定する際に使用される指紋隆線上の点は、採取した指紋画像内から適当な点を適宜選択することができる。例えば、全反射方式（光学式）で指紋画像を採取した場合は、指紋隆線上の点は暗くなるので所定の濃度値以上となる点を指紋隆線上の点として選択することができる。また、指紋谷線上の点は、指紋隆線上の点を決めた後、所定の距離だけ離れた点から適当な点を指紋谷線上の点として選択すれば良い。例えば、全反射方式で指紋画像を採取した場合は、指紋谷線上の点が明るくなるため、指紋隆線上の点から所定の距離だけ離れた位置で濃度値が最も低くなる点を指紋谷線上の点として選択すれば良い。

上記した濃度値の差に基づいて指紋画像を評価する評価方法の一つの様子は、指紋画像内に設定される基準点における濃度値と、その基準点から所定の距離だけ離れて設定される比較点における濃度値とを取得し、その取得した基準点の濃度値と比較点の濃度値との差に基づいて指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価する。ここで、「基準点」は指紋画像内に適宜設定されれば良く、設定される基準点の数、位置等は適宜設定することができる。また、「比較点」は基準点毎に、その基準点から指紋隆線の間隔を考慮して所定の距離だけ離れた位置に設定されれば良く、一つの基準点に対する比較点の数、位置等は適宜設定することができる。

この評価方法では、指紋画像内に適宜設定された基準点から所定の距離だけ離れた位置に比較点が設定される。そして、設定された基準点と比較点の濃度値の

差に基づいて指紋画像が評価される。すなわち、指紋隆線の幅は識別対象者によらず略一定であるため、設定した基準点が指紋隆線上の点となる場合は、その基準点から所定の間隔だけ離れた位置には指紋谷線があり、一方、基準点が指紋谷線となる場合には、その基準点から所定の間隔だけ離れた位置には指紋隆線がある。このため、基準点から所定の間隔だけ離れた位置に比較点を適宜設定することで、基準点が指紋隆線上の点となる場合には比較点を指紋谷線上の点とし、また、基準点が指紋谷線上の点となる場合には比較点を指紋隆線上の点とすることができる。したがって、この評価方法では、予め基準点と比較点を設定しておくことで、どちらか一方を指紋隆線上の点とし、他方を指紋谷線上の点とすることができ、基準点と比較点の濃度値の差に基づいて指紋画像を評価することができる。

この評価方法では、基準点は指紋画像内に複数設定されるとともに、その設定された基準点毎に比較点が設定されており、前記評価工程は、各基準点毎に当該基準点の濃度値と、対応する比較点の濃度値との差に基づいて評価値を算出し、この算出した各基準点の評価値に基づいて指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価することが好ましい。

この構成によると、基準点が指紋画像内に複数設けられ、基準点毎に評価値（指紋隆線情報の量）が評価される。したがって、指紋画像全体に含まれる指紋隆線情報の量から指紋画像を評価することができる。なお、基準点を複数設ける場合、基準点を一の方向に連続して配置することで指紋画像を横断する直線が構成されることが好ましい。指紋画像を横断するように直線が構成されると、この直線は、高い頻度で多くの指紋隆線（指紋谷線）と交差するためである。

さらには、比較点は、一つの基準点に対応して複数設定されており、各基準点の評価値は、各基準点に対応して設定された比較点毎に比較点と基準点の濃度値の差を求め、それら求めた各濃度値の差に基づいて算出されていることが好ましい。

この構成によると、基準点における指紋隆線情報の評価を正確に行うことができる。すなわち、指紋隆線には方向があるため、比較点を設ける位置によっては、基準点と比較点がともに指紋隆線上の点、又は、指紋谷線上の点となる場合があ

る。したがって、比較点を複数設定することにより上述した事態を避けることができる。なお、比較点を複数設定する場合には、基準点からみた各比較点の方向が同一方向（正反対の方向となる場合を含む）とならないように設定することが好ましい。

- 5 また、本発明の他の指紋画像評価方法は、明瞭な指紋画像が有する図 6 (b) に示すような濃度値変化（濃度値の振幅の特性）を利用して指紋画像を評価する。

すなわち、既述したように指紋画像内に設定したライン上の濃度値の変化（図 6 (b)、図 7 (b) 参照）は、明瞭な指紋画像では指紋隆線部の濃度値と指紋谷線部の濃度値の差が大きくなるという特徴がある。したがって、明瞭な指紋画像に設定したライン上の濃度値の変化を波形信号と見なすと、その波形信号は規則的に
10 振幅し、その振幅幅が大きくなるという特性を有する。

この特性を利用した本発明の他の指紋画像評価方法は、指紋画像内に設定された基準線上の各点の濃度値を取得し、その取得した各点の濃度値を基準線方向に連続する波形信号とみなして、その波形信号の振幅に関する特性を求める。そして、この求めた波形信号の振幅特性に基づいて指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価する。ここで、「基準線」は、指紋画像内の指紋隆線情報が含まれた領域（指紋部分）に適宜設定されれば良い。指紋部分を横切るように基準線を設定した場合には、基準線と指紋隆線（指紋谷線）が交差するため、指紋隆線情報の量を適切に評価でき好ましい。

- 20 この評価方法では、面倒な特徴点の算出等の処理を行うことなく指紋隆線の特徴を考慮しつつ指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価することができる。

上記振幅特性を利用した評価方法の一つの態様では、振幅に関する特性が、前記波形信号を時系列信号とみなして周波数変換処理することにより得られるスペクトルのスペクトル特性とされることが好ましい。ここで、「周波数変換処理」とは、時系列データを周波数領域のデータに変換するフーリエ変換等の公知の周波数変換処理をいい、例えば、FFT スペクトルを求める処理、DFT スペクトルを求める処理、LPC スペクトルを求める処理、群遅延スペクトル（以下、GDS という）を求める処理等をいう。また、周波数変換して得られたスペクトルの対数スペクトルを波形信号と見なして、フーリエ逆変換を行うことにより得ら
25

れるケブストラムを求める処理もここでいう「周波数変換処理」に相当する。なお、「周波数変換処理」としてGDSを求める処理を行った場合には、スペクトルピークが先鋭化され、スペクトル特性が明確になるためより好ましい。

5 このように波形信号を周波数変換処理してスペクトル特性を求めると、波形信号の振幅特性が明確化され、指紋画像に含まれている指紋隆線情報の量を適切に評価することができる。

スペクトル特性により指紋画像を評価する場合は、得られたスペクトルの低周波成分の強度と高周波成分の強度の比に基づいて指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価することができる。

10 すなわち、明瞭な指紋画像では、指紋隆線のピッチに応じた短い周期で波形信号が振幅し、かつ、その振幅が大きい。したがって、低周波成分（直流分）の強度に比較して高周波成分（交流分）の強度が強くなるという特性があり、この特性に基づいて指紋画像の質を評価する。

15 また、スペクトル特性により指紋画像を評価する場合は、得られたスペクトルのスペクトルピークの大きさに基づいて指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価することもできる。

20 すなわち、明瞭な指紋画像では、指紋隆線のピッチにあわせて波形信号が振幅し、かつ、その振幅が大きい。このため、周波数変換して得られたスペクトルは、特定の周波数でピークを持ち、そのスペクトルピークは大きくなる。したがって、このスペクトルピークの大きさにより指紋隆線情報の量を評価することができる。

スペクトルピークの大きさ（強度）に基づいて指紋画像を評価する方法としては、例えば、スペクトルのピーク時の強度とその近傍の周波数における強度を比較することにより、スペクトルピークの大きさを評価することができる。

25 なお、GDSを用いて評価する場合には、GDSを周波数に関して積分すると平均が0になるという特徴を利用して、GDS波形と座標軸（周波数を表す座標軸）とで囲まれた面積の大きさ（面積が大きくなるほど、スペクトルピークが大きくなる）により評価しても良い。

なお、スペクトル特性により指紋画像を評価する評価方法では、前記基準線は指紋画像内に複数設定されており、その設定された複数の基準線毎にスペクトル

特性が求められ、それら求めた各スペクトル特性に基づいて指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量が評価されることが好ましい。

このような場合には、指紋画像内に設定された複数の基準線において指紋隆線情報の量が評価されるため、より精度良く指紋画像の評価を行うことができる。

- 5 また、基準線は、指紋画像内において直交する2方向にそれぞれ設定されていることが好ましい。指紋画像を構成する2方向に伸びる指紋隆線（縦方向の指紋隆線と横方向の指紋隆線）に関する指紋隆線情報を評価することができる。

- 10 さらに、本発明の他の指紋画像評価方法は、指紋隆線の連続性を利用して指紋画像に含まれるノイズ成分の量を評価する。すなわち、図27に示すように、指紋隆線がノイズに埋もれてしまっている場合には、指紋画像から指紋隆線情報が抽出できず指紋照合精度が低下する。したがって、指紋照合精度を向上するためには、指紋画像に含まれるノイズ成分の量を評価することが必要となる。

- 15 そこで、本発明の他の指紋画像評価方法は、指紋画像内に設定される設定領域の濃度値パターンを求め、この設定領域を所定方向に所定距離だけずらして設定される比較領域の濃度値パターンを求める。そして、設定領域と比較領域における二つの濃度値パターンの類似度を算出し、その算出された類似度に基づいて指紋画像に含まれるノイズ成分の量を評価する。ここで、「設定領域」は指紋画像内に適宜設定されれば良く、設定される設定領域の数、位置、大きさ等は適宜設定することができる。また、「比較領域」は設定領域毎に、その設定領域から所定
- 20 定の方向に所定の距離だけずらした領域であり、設定領域に対してずらされる方向及びその距離は任意に設定することができる。ただし、指紋隆線の連続性を考慮すると、そのズレ量は小さいことが好ましい。

- 25 すなわち、指紋隆線は途切れず連続するという特徴から、ノイズ成分を含まない指紋画像においては、指紋画像内に設定した設定領域と、その設定領域を所定の方向に所定の距離だけずらした比較領域の濃度値パターンは類似する。一方、指紋画像内にノイズ成分を多く含む場合には、このノイズ成分の影響により二つの濃度値パターンの類似度が低くなる。したがって、設定領域と比較領域の濃度値パターンの類似度を算出することで、指紋画像に含まれるノイズ成分の量を評価することができる。

この指紋画像の評価方法では、前記設定領域は、指紋画像内に設定された直線であって、前記比較領域は、その直線を平行移動することにより設定された直線であり、前記各領域の濃度値パターンの類似度は、前記各領域を構成する直線上の点の濃度値をその直線方向に連続する波形信号とみなし、その波形信号の類似度で評価されることが好ましい。

このような構成では、濃度値パターンの類似度の評価が対応する二つの波形信号の類似度を比較することででき、簡易に類似度の評価を行うことができる。

また、対応する波形信号の類似度の評価は、各波形信号を時系列信号とみなして周波数変換処理することによってスペクトル特性を求め、対応する二つのスペクトル特性の類似度によって評価しても良い。

このような構成では、周波数変換処理により波形信号の特性が明確化されるため、類似度が精度良く算出することができる。

また、対応する波形信号の類似度の評価は、波形信号から平均ピッチを求め、対応する二つの波形信号の平均ピッチの差に基づいて類似度を算出することができる。ここで、平均ピッチとは、波形信号の平均振動周期、すなわち隣合う濃度値ピーク（指紋隆線部分）の間隔をいう。

本発明は、また、指紋画像の質を評価する機能を備えた新たな指紋照合装置を実現する。この指紋照合装置は、指紋を採取して指紋画像を出力する指紋画像採取手段と、指紋画像内に設定された1又は複数の基準点の濃度値を、前記指紋画像採取手段により採取された指紋画像から取得する基準点濃度値取得手段と、指紋画像内に設定された各基準点に対応し、その対応する基準点から所定の距離だけ離れた1又は複数の比較点の濃度値を、前記指紋画像採取手段により採取された指紋画像から取得する比較点濃度値取得手段と、前記基準点濃度値取得手段で取得された各基準点の濃度値と、各基準点に対応する前記比較点濃度値取得手段で得られた比較点の濃度値との差を求め、その求めた差に基づいて指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価する隆線情報評価手段と、前記隆線情報評価手段で指紋隆線情報の量が所定量以上含まれると評価された場合に、その指紋画像を用いて指紋登録及び／又は指紋照合を行う登録照合手段とを備える。ここで、指紋画像採取手段としては、識別対象者の指紋を採取して指紋画像を出力できる装

置であればどのようなものでも良く、その指紋採取方式等は問わない。したがって、プリズムとCCDカメラを使用する光学方式（光路分離法、全反射法）により指紋を採取しても良いし、指紋読取チップ（静電容量検知方式、電界強度測定方式、熱検知方式）を使用して非光学方式で指紋を採取しても良い。また、指紋

5 読取チップを用いた場合には、光学方式に比べ光路長を必要とせず、装置をコンパクト化することができる。

この指紋照合装置によると、指紋隆線情報が十分に含まれると判断された指紋画像を用いて指紋登録及び／又は指紋照合が行われるため、指紋照合精度を上げることができる。

- 10 上述した装置と同様に、指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価する本発明の他の指紋画像装置は、指紋を採取して指紋画像を出力する指紋画像採取手段と、その指紋画像採取手段により採取された指紋画像から、指紋画像内に設定される1又は複数の基準線上の各点の濃度値を取得する基準線濃度値取得手段と、その基準線濃度値取得手段で得られた各点の濃度値を基準線方向に連続する波形
- 15 信号とみなして、その波形信号の振幅に関する特性を求める振幅特性取得手段と、その振幅特性取得手段で得られた振幅特性に基づいて、指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価する隆線情報評価手段と、前記隆線情報評価手段で指紋隆線情報の量が所定量以上含まれると評価された場合に、その指紋画像を用いて指紋登録及び／又は指紋照合を行う登録照合手段とを備える。

- 20 さらに、また、本発明の他の指紋照合装置は、指紋を採取して指紋画像を出力する指紋画像採取手段と、指紋画像内に設定された1又は複数の設定領域の濃度値パターンを、前記指紋画像採取手段で採取した指紋画像から取得する設定領域濃度値パターン取得手段と、前記設定領域毎に対応して指紋画像内に設定される、その設定領域から所定の方向に所定の距離だけずらした比較領域の濃度値パター
- 25 ンを、前記指紋画像採取手段で採取した指紋画像から取得する比較領域濃度値パターン取得手段と、前記各濃度値パターン取得手段で取得された対応する二つの濃度値パターンの類似度を算出する類似度算出手段と、その類似度算出手段で算出された類似度に基づいて、指紋画像に含まれるノイズ成分の量を評価するノイズ成分評価手段と、前記ノイズ成分評価手段でノイズ成分の量が所定量以下ある

と評価された場合に、その指紋画像を用いて指紋登録及び／又は指紋照合を行う手段とを備える。

この指紋照合装置では、指紋画像に含まれるノイズ成分の量が判断されて指紋照合及び／又は指紋登録が行われるため、指紋照合精度を上げることができる。

- 5 特に、指紋画像採取手段として、指紋読取チップを用いた場合には、採取した指紋画像にノイズが混入され易いため、上記指紋照合装置は特に有効である。

図面の簡単な説明

- 10 図1は、本発明の一実施の形態に係る指紋照合装置の全体構成を示すブロック図である。
- 図2は、指紋登録処理の手順を示すフローチャートである。
- 図3は、指紋画像採取処理の手順を示すフローチャートである。
- 図4は、画質判定処理の手順を示すフローチャートである。
- 図5は、指紋照合処理の手順を示すフローチャートである。
- 15 図6は、明瞭な指紋画像の水平方向の濃度値変化を示すグラフである。
- 図7は、不明瞭な指紋画像の水平方向の濃度値変化を示すグラフである。
- 図8は、指紋画像内に設定した点の特定の方法を説明するための図である。
- 図9は、指紋画像内に設定する基準点の設定パターンを示す図である。
- 図10は、指紋画像内に設定した基準点と比較点の位置関係を示す図である。
- 20 図11は、指紋画像内に設定した基準点と比較点の位置関係の例を示す図である。
- 図12は、指紋画像内に設定した基準点と比較点の位置関係の他の例を示す図である。
- 図13は、画質判定量を算出する際の手順を説明するための図である。
- 図14は、スペクトルの高周波成分と低周波成分の比に基づいて画質判定量を算
- 25 出する際の手順を説明するための図である。
- 図15は、指紋画像データからGDSを求めるまでの手順を説明するための図である。
- 図16は、隣合う基準線におけるGDSのグラフを示す図である。
- 図17は、基準線の位置と周波数とGDSの強度の関係を示す図である。

図 18 は、GDS に含まれるノイズを除去する手法を説明するための図である。

図 19 は、指紋画像採取部の概略構成を示す図である。

図 20 は、残留指紋の写った画像の特徴を説明するための図である。

- 図 21 は、GDS パターンをずらして類似度を求めることで指紋画像に含まれる
5 ノイズの量を評価する方法を説明するための図である。

図 22 は、明瞭な指紋画像とノイズに埋もれた指紋画像のズレ幅と類似度の関係
を示す図である。

図 23 は、指紋画像に設定した設定領域と比較領域の濃度値パターンから、これ
らの領域の類似度を評価する方法を説明するための図である。

- 10 図 24 は、指紋画像を分割した状態を示す図である。

図 25 は、平均指紋ピッチの縦軸方向及び横軸方向の分布を示す図である。

図 26 は、指紋波形から平均指紋ピッチを算出する際の手順を説明するための図
である。

図 27 は、指紋隆線がノイズに埋もれた砂嵐状態の指紋画像を示す図である。

15

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係る指紋照合装置の一実施の形態について図面を参照して説明
する。図 1 は、本実施の形態に係る指紋照合装置の全体構成を示すブロック図で
ある。

- 20 図 1 に示すように、指紋照合装置は、指紋を撮影してビデオ信号を出力する指
紋画像採取部 10 と、そのビデオ信号を指紋画像データに変換する A/D 変換部
12 と、その指紋画像データの有効性を判定する指紋画像判定部 14 と、有効な
指紋画像データから識別対象者を識別するための特徴情報を抽出する特徴パラメ
ータ抽出部 16 と、特徴パラメータ抽出部 16 で抽出された特徴パラメータをメ
25 モリ 26 に登録する指紋登録部 18 と、メモリ 26 に格納された特徴パラメータ
と指紋画像採取部 10 で採取した指紋の特徴パラメータとを照合する指紋照合部
20 と、登録や照合等の動作を制御する制御部 22 と、ID コード等を入力する
為のキー等を配設した入力部 24 とを備える。

指紋画像採取部 10 は、例えば入室扉の近くに設置され、図 19 に示すように、

指100の指紋面101が押圧されるプリズム上面121を備えた直角プリズム120と、その直角プリズム120のプリズム斜面122に照明光を投光する光源130と、プリズム斜面123と平行に配され、指紋隆線部に対応する反射光を暗い像、指紋隆線谷部に対応する反射光を明るい像として取り込むCCD素子140等により構成される。

この指紋画像採取部10で採取したビデオ信号（指紋隆線の濃淡画像）は、所定時間毎（数百ms）に同軸ケーブルを介してA/D変換部12に伝送される。

A/D変換部12は、指紋画像採取部10から伝送されて来るビデオ信号をA/D変換して指紋画像データ（二次元のデジタル濃淡データ）とし、内蔵メモリに格納する。

指紋画像判定部14は、後述する方法で算出した画質判定量に基づき、プリズム上面121に指が置かれはじめたか否かの指置き始め判定、指紋画像データが安定したか否かの画像安定度判定及び指紋画像データに十分な特徴データ（指紋隆線情報）が含まれているか否か（指紋画像データが有効であるか否か）を判定する画像有効判定とを行う。そして、指紋画像判定部14は、これらの判定結果に基づいて指紋画像採取部10で採取した指紋画像データを幾つかの分類に区分し、指紋画像データがどの分類に属するかを制御部22に出力する。

ここで、指紋画像判定部14において算出される画質判定量の算出手順等について具体的に説明する。本実施の形態の指紋照合装置で用いられる「得られた指紋画像データに十分な指紋隆線情報が含まれるかどうか（明瞭な指紋画像であるかどうか）等を判定するための方法」は、(I)指紋画像の画像領域中に基準点と比較点を設定し、基準点と比較点の濃度値の差で評価する方法、(II)指紋画像データの画像領域中に基準線を定め、基準線上の濃度値波形を周波数変換しスペクトル特性を評価する方法、の二つに分類でき、本実施の形態では、上記

(I)、(II)の方法を切替えて使用できるようになっている。以下、上記(I)、(II)の方法毎に、画質判定量の求め方等について説明する。

(I) 基準点と比較点の濃度値を比較する場合

本実施の形態においては、指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量（有無）を評価するため、基準点における濃度値と比較点における濃度値の差の絶対値を画質

判定量として算出する。具体的な手順としては、まず、指紋画像データ内に基準点を複数設定し、各基準点毎にその近傍に比較点を設定する。そして、基準点毎に画質判定量（基準点における濃度値と比較点における濃度値の差の絶対値）を求め、各基準点の画質判定量から指紋画像データの画質判定量を算出する。以下、

5 画質判定量を算出する手順を詳細に説明する。

まず、指紋画像データ内に設定される基準点について、図8、図9に基づいて説明する。

図8に示すようにA/D変換部12から指紋画像判定部14に出力される指紋画像データは、 $n \times m$ ドットの2次元の指紋画像データである。したがって、本
10 実施の形態においては、基準点のx方向の位置を、基準点が原点からx方向に何番目のドットであるかにより設定し、y方向の位置を、同様に原点からy方向に何番目のドットであるかにより設定する。すなわち、基準点は座標（ a 、 b ）（ $0 \leq a < n$ 、 $0 \leq b < m$ ）により設定される。

上述のように座標（ a 、 b ）により特定される基準点は、例えば指紋画像内に
15 図9(a)～図9(i)に示すパターンで設定される。ここで、図9(a)～図9(i)に示す各図面は、指紋画像内に設定された基準点を黒く塗りつぶして示した図である。そして、画質判定量を算出するための処理時間、判定精度及び用途（指置き始め判定、画像安定度判定、画像有効判定）に応じて、図9(a)～図9(i)の中のパターンの一つが適宜選択される。

20 例えば、指置き始め判定を行う場合は、指がプリズム上面121の略中央に置き始められることから、その中央部分にのみ基準点が設定された図9(i)を選択することにより処理時間を短くすることができる。また、画像安定度判定を行う場合は、指紋画像が全体的に安定していることが判定でき、かつ、判定精度はそれほど要求されないことから、例えば図9(a)、図9(c)、図9(e)、図9(f)の何れか
25 を選択することにより、基準点の数を少なくして処理時間を短くすることができる。さらに、画像有効判定を行う場合は、他の判定よりも判定精度が要求されることから図9(b)、図9(d)のどちらか一方を選択し、より判定精度が要求される場合には図9(g)、図9(h)のどちらか一方を選択すれば良い。

また、指紋画像内をx方向、y方向に横切る図9(d)の設定パターンを選択し

た場合には、x方向に伸びる基準点で形成されるx方向の線（以下、x方向基準線という）で、y方向に伸びる指紋隆線に関する指紋隆線情報がどれだけ指紋画像データに含まれるかを判定でき、y方向に伸びる基準点で形成されるy方向の線（以下、y方向基準線という）で、x方向に伸びる指紋隆線に関する指紋隆線情報が指紋画像データにどれだけ含まれるかが判定できる。したがって、図9 (d)のパターンを選択した場合には、x方向、y方向に伸びる指紋隆線の両者に関し効率的に判断することができる。

次に、上述のように設定された各基準点毎に比較点が設定される。比較点の位置も、基準点と同様にそのドットの位置座標により特定され、図10(a)~(c)に示すように基準点から所定の距離だけ離れた位置に設定される。すなわち、基準点が指紋隆線となる場合には比較点が指紋谷線となり、基準点が指紋谷線となる場合には比較点が指紋隆線となるように設定される。ここで、A/D変換部12から出力される指紋画像データは、その解像度（ドット数）に応じて基準点と比較点の間隔が異なることとなる。このため、解像度が低い場合には、図10(a)に示すように基準点のすぐ隣の点（ドット）が比較点として設定され、解像度が高くなるに応じて図10(b)に示すように基準点から一つ分のドットだけ離れた点又は図10(c)に示すように基準点から二つ分のドットだけ離れた点が比較点として設定される。

本実施の形態では、図11(a)~図11(c)に示すように、基準点のすぐ隣に比較点を設定し、これらのパターンから適宜選択して使用する。すなわち、図11(a)に示す設定パターンを選択することによりx方向に伸びる指紋隆線に対応させ、図11(b)に示す設定パターンを選択することによりy方向に伸びる指紋隆線に対応させることができる。また、図11(c)に示す設定パターンを選択した場合は、x方向又はy方向に設定した二つの比較点により、x方向に伸びる指紋隆線とy方向に伸びる指紋隆線の両者を同時に評価することができる。

なお、本実施の形態では、図11(a)~(c)に示すパターンで比較点を設定したが、比較点は図12(a)~図12(e)に示すように一つの基準点に対して複数（3個以上）設定しても良い。これは、指紋隆線の伸びる方向や、指紋隆線の間隔によっては、基準点と比較点が共に指紋隆線上の点（又は指紋谷線上の点）となる

場合があるためである。したがって、一つの基準点に対して比較点を複数設けることにより、判定精度を向上することができる。ここで、基準点からの距離を変えて複数の比較点を設定する場合〔図 1 2 (b)、図 1 2 (e) の場合〕は、図 1 2 (e) に示すように基準点からの距離に応じて比較点の濃度値に重みをつけて計算することもできる。なお、重み付けは、指紋隆線の間隔を考慮して行うことが好ましい。

次に、基準点における画質判定量の算出について説明する。本実施の形態では、基準点における画質判定量として基準点と比較点における濃度値の差の絶対値を画質判定量とした。

具体的には、比較点を図 1 1 (a) に示すように設定した場合、基準点 (a, b) の画質判定量 $d_{b,a}$ は、下記の式 1 で求められる。ここで、基準点の座標を (a, b) とすると、比較点の座標は (a, b+1) となる。また、各点における濃度値を $S_{y,x}$ とする。なお、指紋画像上の各点における濃度値 $S_{y,x}$ は、A/D 変換部 1 2 から出力された指紋画像データに基づいて算出される。

(式 1)

$$d_{b,a} = |S_{b,a} - S_{b+1,a}|$$

同様に、比較点を図 1 1 (b) に示すように設定した場合は、次の式 2 で求められる。

(式 2)

$$d_{b,a} = |S_{b,a} - S_{b,a+1}|$$

比較点が複数ある場合は、基準点と比較点における濃度値の差の絶対値を全ての比較点について求め、その絶対値の和を基準点の画質判定量とする。具体的には、図 1 1 (c) の場合、次の式 3 で求められる。

(式 3)

$$d_{b,a} = |S_{b,a} - S_{b+1,a}| + |S_{b,a} - S_{b,a+1}|$$

上記の式より明らかなように、式1～式3に示す各基準点の画質判定量が大きければ、基準点の濃度値と比較点の濃度値の差が大きいこととなる。したがって、
 5 画質判定量が大きければ、基準点と比較点のどちらか一方が指紋隆線上の点となり、どちらか他方が指紋谷線上の点となっていると判定することができる。よって、基準点における画質判定量の大小により、基準点の近傍の領域において指紋隆線が含まれる（指紋隆線情報が含まれる）と判定することができる。

また、基準点に対する比較点の設定方法（図11(a)、(b)の別）により、基準
 10 点にどちら方向の指紋隆線の情報が含まれるかも判定することができる。すなわち、図11(a)を選択した場合（式1の場合）には、x方向に伸びる指紋隆線の有無が判定でき、図11(b)を選択した場合（式2の場合）には、y方向に伸びる指紋隆線の有無が判定できる。

なお、本実施の形態においては、基準点の画質判定量として濃度値の差の絶対
 15 値を用いたがこれに限らず、例えば、濃度値の差の2乗や、濃度値の差と閾値との比較結果により1又は0に2値化（式4参照）し、基準点の画質判定量としてもよい。濃度値の差と閾値との比較により2値化した場合には、式4に示すような式により、基準点の画質判定量を求めることができる。

20 （式4）

$$d_{b,a} = 1 \left[|S_{b,a} - S_{b+1,a}| \geq \theta \text{ (閾値)} \right] \text{ 又は } 0 \left[|S_{b,a} - S_{b+1,a}| < \theta \right]$$

次に、上述した手順で求められた各基準点の画質判定量から指紋画像全体の画質判定量を算出する手順について、図13を例に説明する。図13は、指紋画像
 25 内に設定された基準点のパターンを示す図であって、説明の便宜上x方向、y方向の各方向の基準線を3本のみ示している。

上述したように基準点における画質判定量は、基準点近傍の領域に指紋隆線情報が含まれるか否かを評価するための値である。したがって、指紋画像全体に指紋隆線情報がどれだけ含まれているか否かを判定するためには、各基準点にお

る画質判定量の和（又は平均）を求めて指紋画像の画質判定量とし、その大きさにより評価することができる。

ここで、本実施の形態では、x方向基準線上の基準点については、y方向に伸びる指紋隆線を評価するため比較点として図11(b)に示すパターンを選択し、
 5 y方向基準線上の基準点については、x方向に伸びる指紋隆線を評価するため比較点として図11(a)に示すパターンを選択する。したがって、x方向基準線の画質判定量 L_y ($y=y_1, y_2, y_3$)、及び、y方向基準線の画質判定量 L_x ($x=x_1, x_2, x_3$)は、次に示す式となる。式中 N_x はx方向の指紋画像のドット数を表し、 N_y はy方向の指紋画像のドット数を表している。また、比較点として図1
 10 1(a)に示すパターンを使用した場合の基準点における画質判定量を $d_{2,y,x}$ （式1）とし、図11(b)に示すパターンを使用した場合の基準点の画質判定量を $d_{1,y,x}$ （式2）と表している。

（式5）

$$\text{x方向； } L_y = \sum_{x=0}^{N_x-1} d_{1,y,x}$$

$$\text{y方向； } L_x = \sum_{y=0}^{N_y-1} d_{2,y,x}$$

そして、式5で求めた各基準線毎の画質判定量を足し合わせて指紋画像の画質判定量とし、この指紋画像の画質判定量が所定の閾値を超えれば、指紋画像に指紋隆線情報が十分に含まれていると判断する。

なお、本実施の形態では上述したように、各基準線毎に画質判定量を求め、その総和を指紋画像の画質判定量としたが、指紋画像の画質判定量としては上述の例以外にも種々の方法により算出することができる。

例えば、x方向基準線、y方向基準線毎に基準線の画質判定量をグループ化して、各グループに属する基準線の画質判定量から一つを選択し、又は、これらを適宜組合せて各グループの代表値とし、その代表値を指紋画像の画質判定量としても良い。図13を例に具体的に説明すると、x方向基準線、y方向基準線毎に基準線の画質判定量をグループ化し、その最小値（又は平均値）をグループの代

表値 Y_m 、 X_m とする（式6参照）。そして、 Y_m と X_m のどちらか小さい方（又はその平均）を指紋画像の画質判定量としても良い。このような画質判定量が所定の閾値よりも大きければ、各基準線（しいては指紋画像）に十分な指紋隆線情報が含まれていると判断することができる。

5

（式6）

$$Y_m = \min \{L_{y1}, L_{y2}, L_{y3}\}$$

$$X_m = \min \{L_{x1}, L_{x2}, L_{x3}\}$$

- 10 また、基準線の画質判定量 L を統計学的手法を用いて算出することもできる。具体的には、基準線上の各点（基準点）の画質判定量に統計的な処理を施し、その分散や標準偏差等を画質判定量とする。例えば、分散や標準偏差等を画質判定量とした場合、その値が所定の閾値より大きいときに明瞭な指紋画像であると判定する。すなわち、不明瞭な指紋画像の場合、基準線上の各点の画質判定量が略
- 15 一定の値となり、それらの値から求めた分散や標準偏差等も小さくなるためである。

なお、上述した分散や標準偏差等の統計量を画質判定量とする方法は、一つの基準点に対して複数の比較点を設定した場合の基準点の画質判定量を算出する際にも用いることができる。

- 20 また、各基準点について基準点の画質判定量 $d_{1y,x}$ 、 $d_{2y,x}$ を求め、これらの総和を指紋画像の画質判定量としても良い。この場合には、 x 方向と y 方向で基準点画質判定量に重み付け w を行っても良い。この重み付け w の値は、例えば、指紋画像の x 方向の大きさと y 方向の大きさの比により決定することができる。このような重み付け w を行う場合、画質判定量は例えば次の式7で算出すること
- 25 ができる。

（式7）

$$\frac{W}{N_x - 1} \sum_{y=0}^{M_y-1} \sum_{x=0}^{N_x-1} d_{1y,x} + \frac{1-W}{N_y - 1} \sum_{y=0}^{M_y-1} \sum_{x=0}^{N_x-1} d_{2y,x}$$

(II) 基準線上の濃度値を周波数変換しスペクトル特性を評価する場合

本実施の形態の指紋照合装置においてスペクトル特性を利用して指紋画像を評価する方法は、(i)スペクトルの高周波成分と低周波成分の比、(ii)スペクトルピークの大きさ、の二つの方法であって、(i)、(ii)の何れかを適宜選択可能となっている。以下、上記(i)、(ii)の場合毎に、画質判定量を算出するプロセスを詳細に説明する。

(i) スペクトルの高周波成分と低周波成分の比を評価する場合

スペクトル特性を比較する場合、まず、指紋画像内に基準線を設定し、この設定された基準線上の各点の濃度値を求め、この濃度値の変化を時系列信号とみなして周波数変換し、スペクトルを得なければならない。

このため、まず、A/D変換部12から出力された指紋画像($n \times m$ ドット)内に、図14(a)に示すようにx方向(横方向)とy方向(縦方向)に基準線を設定する。このように基準線を2方向に設定するのは、x方向・y方向の2方向に伸びる指紋隆線をそれぞれ評価するためである。

次に、上述のように設定された基準線上の点の濃度値を求める。ここで、x方向の基準線、y方向の基準線のどちらにおいても、基準線上の点の濃度値を求める方法は同一であるので、以下の説明ではy方向基準線上の点の濃度値を求める方法を説明する。

図14(a)に示すように、基準線上の点aにおける濃度は、その点からy方向基準線に対して垂直方向に伸びる領域Aの濃度値の平均値とされる。このように基準線上の点aの濃度値を、領域Aに含まれる各点の濃度値の平均とするのは、平均値化することによりノイズ成分の影響を除去するためである。

基準線上の各点における濃度値を求めたら、求めた濃度値から図14(b)に示す基準線方向の濃度値の変化を示す波形を求める。ここで、図14(b)は、明瞭な指紋画像から上述した処理により求めた波形aと、不明瞭な指紋画像(この例では、残留指紋が写った指紋画像)から上述した処理により求めた波形bを示している。

図14(b)から明らかなように、明瞭な指紋画像から得られた波形aはギザギザのある波形(振幅が大きい波形)となり、不明瞭な指紋画像から得られた波形

bはギザギザの少ない波形（振幅が小さい波形）となる。このため、明瞭な指紋画像から求めた波形aは、直流成分が弱く、交流成分が強くなる傾向があり、不明瞭な指紋画像から求めた波形bは、直流成分が強く、交流成分が弱くなる傾向がある。したがって、明瞭な指紋画像を周波数分解して得られるスペクトルは、

5 高周波成分が強く、低周波成分が弱くなる。

図14(b)に示すような波形が算出できれば、次に、この波形を時系列信号とみなして周波数変換（本実施の形態では離散的フーリエ変換）を行い、そのスペクトル $F(i)$ ($i=0, \dots, n-1$)を求める。そして、このスペクトル $F(i)$ から画質判定量を求める。

10 ここで、上述したように明瞭な指紋画像の場合〔図14(b)の波形a〕はスペクトル $F(i)$ の高周波成分が強くなり、不明瞭な指紋画像の場合〔図14(b)の波形b〕はスペクトル $F(i)$ の高周波成分が弱くなる。

このため、本実施の形態では、低周波成分を $F(0)$ とし、高周波成分を $F(1) \sim F(n-1)$ として、低周波成分と高周波成分の相乗平均の比を基準線の画質判定量とした（式8）。

15

（式8）

$$10 \log_{10} \left\{ \frac{\sqrt[n-1]{\prod_{i=1}^{n-1} F(i)}}{F(0)} \right\}$$

基準線における画質判定量は、各基準線（本実施の形態においてはx方向基準線とy方向基準線の2本）毎に求められ、各基準線の画質判定量の和（又は平均、

20 最大値、最小値等）を指紋画像の画質判定量とする。そして、この画質判定量が所定の閾値を超えたときに指紋画像が明瞭であると判断することとしている。

なお、上述した方法では、基準線上の点の濃度値として、領域Aの濃度値の平均値を用いるため、残留指紋が写った指紋画像を簡便に不明瞭な指紋画像と判定

25 することができる。すなわち、残留指紋が写った指紋画像（図20(a)参照）では、濃度値を平均値化しない場合の波形は、図20(b)に示すように、ギザギザ

がある程度残る。このため、簡単には残留指紋が写った画像か、明瞭な指紋画像かを判定することはできない。しかしながら、上述したように濃度値を平均値化することにより、図14(b)の波形bに示すように、波形からギザギザがなくなり（平滑化され）容易に不明瞭な指紋画像（残留指紋）であることを判定することができる。なお、残留指紋が写った画像は、直流成分が強いことから、求めたスペクトルの0次成分の大きさにより、残留指紋が写った画像であると判定することもできる。

また、上述した例では、基準線上の点aの濃度値を、領域Aに含まれる全ての点の濃度値の平均としたが、このような例に限られることはなく、例えば、基準線上の点を含む所定領域（所定のドット数）の濃度値の平均を基準線上の点の濃度値としても良い。このような場合には、基準線を各方向に1本だけでなく複数本設定し、指紋画像の全体を評価できるようにすることが好ましい。

また、各基準線の画質判定量から指紋画像の画質判定量を求める際に、既に説明した例と同様にx方向、y方向で重み付けを行っても良い。

さらに、上述した例では周波数変換処理によりFFTスペクトルを求めたが、FFTスペクトルの他、LPCスペクトル、GDS等を求めて、式8の画質判定量を算出しても良い。

(ii) スペクトルピークの大きさを評価する場合

本実施の形態では、(ii-a) GDSの絶対値を周波数方向に積分したもの（GDSの面積）を画質判定量又は(ii-b) GDSの起伏の大きさを評価できる数値を画質判定量、としてスペクトルピークの大きさを評価する。以下、上記各場合について、画質判定量を算出する手順を説明する。

(ii-a) GDSの面積を画質判定量とする場合

GDSの面積を求めるための手順を、図15を用いて説明する。GDSの面積を求める場合においても、図15(a)に示すように指紋画像内にx方向及びy方向に複数の基準線を設ける。そして、x方向、y方向のそれぞれの基準線について、基準線上の点の濃度値から図15(b)に示すような波形を求める。そして、図15(b)に示す波形から、公知の方法により各周波数チャンネル（0～CH-1）におけるGDSの強度G(i)（i=0～CH-1）を算出する（図15(c)参照；

図15(c)では0～14チャンネルに周波数分解している)。各基準線についてGDSの強度 $G(i)$ を算出したら、GDSの強度 $G(i)$ の絶対値を周波数方向に積分して基準線における画質判定量を求めれば良い。すなわち、基準線の画質判定量は下記に示す式で表される。

5

(式9)

$$\text{基準線の画質判定量} = \int |G(\theta)| d\theta = \sum_{i=1}^{CH-1} |G(i)|$$

各基準線の画質判定量を算出したら、各基準線の画質判定量の和（又は平均、最大値、最小値等）を算出し、その値を指紋画像の画質判定量とする。この画質判定量（GDSの面積）は、既に説明したようにスペクトルピークが大きくなるほど大きい値となる。したがって、画質判定量が所定の閾値を超えれば、指紋画像に指紋隆線情報が十分に含まれていると判断することができる。

10

なお、この例でも、基準線の方法（x、y方向の別）によって、基準線の画質判定量に重み付けを行っても良い。

15 (ii-b) GDSの起伏の大小を評価し画質判定量とする場合

この場合においても、指紋画像内にx方向及び／又はy方向に複数の基準線を設け、各基準線について図15(b)に示す波形を求め、求めた波形からGDSの強度 $G(i)$ ($i=0 \sim CH-1$) を算出するまでは、上述した(ii-a)の場合と同じである。

20 しかしながら、(ii-b)の場合は、各基準線毎に求めたGDSの強度 $G(i)$ から指紋画像の画質判定量を求める手順において、上述した(ii-a)の場合と相違する。したがって、以下の説明では、基準線毎に求めたGDSの強度から、指紋画像の画質判定量を算出する手順について詳述する。

画質判定量を算出する手順を説明する前に、指紋画像から求めたスペクトルが有する他のスペクトル特性について説明する。図16に指紋画像における隣合う基準線のGDSの波形を示す。

25

図16(a)、図16(b)に示すように隣合う基準線（同一方向に引いた基準線）

のGDSの波形は、互いに近似するという特性を有する。これは、指紋隆線が連続することに起因し、隣合う基準線においては、そのスペクトル特性が近似することとなる。したがって、隣合う基準線において同一周波数におけるGDSの強度の平均を求めれば、指紋画像に含まれるノイズの影響を弱く（ノイズ成分を除去）することができる。

このため、本実施の形態においては、同一方向に設定した各基準線について求めたGDSを、図17に示すように、基準線の位置 n 、周波数 CH 、GDS強度 GD を座標軸とし3次的に捉え画質判定量を算出する。ここで、基準線の位置を $n1$ 、周波数を $ch1$ とすると、座標点 $(n1, ch1)$ のGDS強度は $G(n1, ch1)$ と表現することができる。

なお、図17には、 x 方向に設定された x 方向基準線（図15(a)参照）に基づいて x 方向にスペクトル分析したGDSの関係のみが示されているが、同様に、 y 方向に設定された y 方向基準線に基づいて y 方向にスペクトル分析したGDSの関係が求められる。なお、 x 方向と y 方向において画質判定量を求める手順について相違はないため、以下の説明では x 方向の場合について説明する。

上述したようにGDS強度は、基準線の位置 $n1$ と、周波数 $ch1$ を変数とする関数で表される。したがって、既に説明した（I）基準点と比較点の濃度値を比較する場合と同様の手順で、画質判定量を算出することができる。すなわち、図17に示す $n-CH$ 平面（基準線の位置と周波数とで形成される平面）内に複数の基準点を設定し、その基準点の近傍に比較点を設定する。そして、基準点毎に画質判定量（基準点と比較点におけるGDS強度の差の絶対値）を求め、各基準点毎の画質判定量から指紋画像データの画質判定量を算出する。以下、画質判定量を算出する手順を詳細に説明する。

まず、画質判定量を算出するためには、 $n-CH$ 平面内に基準点を設定する。ここで、本実施の形態においては周波数 ch が離散化されて整数（ $0 \sim CH-1$ ）で表されているため、基準点の設定は、既に説明した（I）と同様に、その座標 $(a1, b1)$ 〔 $a1, b1$ は整数〕で設定することができる。また、基準点の設定パターンについても、画質判定量の処理時間、検出精度、及び用途に応じて、 $n-CH$ 平面内に図9(a)～図9(i)に示す設定パターンから選択される。

次に、上述のように設定された各基準点毎に比較点を設定する。ここで、明瞭な指紋画像の場合、既に説明したようにGDSの起伏量は周波数方向（CH方向）に大きくなる特性を有している。したがって、比較点は周波数方向に所定の間隔を空けて設定される。このため、比較点の座標は（ a_1 , $b_1 + n$ ）〔 n は適当な整数〕と設定される。

よって、基準点（ a_1 , b_1 ）における画質判定量 d_{a_1, b_1} は、基準点と比較点のGDS強度の差となる。

（式10）

$$d_{a_1, b_1} = |G(a_1, b_1) - G(a_1, b_1 + n)|$$

上記（式10）により求めた各基準点の画質判定量の和（又は平均）がx方向の画質判定量となる。そして、同様の手順でy方向の画質判定量を求め、x方向、y方向の両方向に夫々求めた画質判定量を足し合わせて指紋画像の画質判定量とする。ここで、指紋画像の画質判定量が大きくなればなるほど、GDSのスペクトルピークが大きくなることから、指紋画像の画質判定量が大きければ、指紋画像に指紋隆線情報が多く含まれていることとなる。

なお、本実施の形態では、隣り合う基準線のGDSの波形が近似することを利用してノイズを除去するため、 n -CH平面内の点（ a_1 , b_1 ）におけるGDS強度は、その点（ a_1 , b_1 ）の近傍の同一周波数 b_1 である複数の点のGDSの平均スペクトルを用いる。具体的には、図18に示すように点（ a_1 , b_1 ）を含んだ斜線で示す領域（同一周波数の領域）のGDSの平均スペクトルを点（ a_1 , b_1 ）のGDSの強度としている。

また、上述した方法と同時又は別に、図12(a)～図12(e)に示すように基準点近傍に比較点を複数設定することにより、ノイズ成分の影響を除去するようにしても良い。

なお、上記例では画質判定量としてGDSの差の絶対値を用いたが、これに限られず、例えば、GDSの差の2乗や、閾値との比較結果により1又は0に2値化（式4参照）し、基準点の画質判定量としてもよい。

また、(I)の場合と同様に、x方向のスペクトル分析で得られた画質判定量と、y方向のスペクトル分析で得られた画質判定量との間に重み付けを行い指紋画像の画質判定量を求めても良い。

- 5 特徴パラメータ抽出部16は、指紋画像判定部14が有効であると判定した画像データから特徴パラメータを抽出する。特徴パラメータの抽出方法等については公知（特開平6-60167号公報等）であるので、ここではその詳細な説明を省略する。また、指紋登録部18及び指紋照合部20の動作等については、以下の説明で詳述するため、ここではその詳細な説明を省略する。

- 10 つぎに、上述のように構成される指紋照合装置の“指紋登録時”の作動を、図2～4のフローチャートに基づいて説明する。入力部24を操作し、識別対象者を登録者として登録する登録指示が入力部24から制御部22に出力されると、制御部22は、指紋画像採取部10に指紋画像採取処理を開始するよう指示を出力する。そして、指紋画像採取部10により指紋画像採取処理が開始される（S10）。

- 15 指紋画像採取処理を図3に基づいて説明する。指紋画像採取処理では、まず、指紋画像採取部10及びA/D変換部12を作動状態とし、画像データを採取する（S32）。S32のステップで画像データを採取すると、その画像データに基づいて指紋画像判定部14が画質判定量を算出する（S34）。S34のステップで算出される画質判定量は、既に説明した種々の方法の1つで算出される。

- 20 次に、S34のステップで算出した画質判定量を予め設定された閾値P1と比較することにより、直角プリズム120の上面121に指が置かれ始めたか否かの指置き始め判定を行う（S36）。すなわち、指が置き始められ直角プリズム120の上面への指の押圧力が徐々に増加すると、S34のステップで算出される画質判定量が徐々に大きくなる。したがって、S34のステップで算出される
25 画質判定量が所定の閾値P1を超えた場合に、直角プリズム120の上面121に指が置かれ始めたかと判定される。逆に、画質判定量が閾値P1を超えない場合には、直角プリズム120の上面121に指が置かれ始めていないと判定される。S36のステップで指がまだ置かれ始めていないと判定された場合には、再度S32に戻って、S32からS36までのステップが繰り返される。

なお、指置き始め判定の方法は上述した例に限られず、例えば指が置かれ始めた初期の画質判定量の時間的変動量が大いことを利用して指置き始め判定を行うようにしても良い。

5 S 3 6のステップで直角プリズム 1 2 0の上面 1 2 1に指が置かれ始めたと判定された場合には、S 3 8のステップに進み、S 3 4のステップで算出した画質判定量を変数 1として記憶する (S 3 8)。そして、再度、指紋画像採取部 1 0及びA/D変換部 1 2を作動状態として、画像データを採取する (S 4 0)。S 4 0のステップで画像データを採取すると、その採取した画像データに基づいて指紋画像判定部 1 4が画質判定量を算出する (S 4 2)。ここで、S 4 2のステップで算出される画質判定量は、S 3 4のステップで算出される画質判定量と同一の方法により算出される。

15 S 4 2のステップで画質判定量が算出されると、その算出された画質判定量とS 3 8のステップで変数 1に保存されている画質判定量とを比較し、画質判定量の時間的変動が安定したかどうかを判断する (S 4 4)。具体的には、S 4 2のステップで算出された画質判定量から変数 1に保存されている画質判定量を引算して、その値が予め設定された閾値 P 2未満となった場合を、画質判定量の時間的変動が安定したと判定する。これにより、直角プリズム 1 2 0の上面 1 2 1への指の押圧力が安定したか否かが判断される。

20 S 4 4のステップで画質判定量の時間的変動が安定していないと判断される場合には、S 4 2のステップで算出した画質判定量を変数 1として記憶し、再度、S 4 0、S 4 2、S 4 4のステップを繰り返す。逆に、S 4 4のステップで画質判定量の時間的変動が安定したと判断される場合には、指紋画像採取処理を終了する。

25 指紋画像採取処理が終了すると、図 2に戻って、採取した指紋画像データの画質判定処理が行われる (S 1 2)。画質判定処理を図 4に基づいて説明する。

画質判定処理では、まず、指紋画像採取部 1 0で採取された指紋画像の画質判定量を算出する (S 5 2)。S 5 2のステップで算出される画質判定量は、前述したS 4 2のステップで算出される画質判定量よりも、判定精度を上げるため計算量 (計算すべき指紋画像上の領域) を多くして算出される。

S 5 2で画質判定量が算出されると、その算出された画質判定量に基づき画像データを3つの区分に分類する(S 5 4)。すなわち、算出された画質判定量が予め設定された閾値P 3未満のときは、指紋以外の画像(指紋隆線情報が少なすぎる画像)であると判定され(S 5 6)、算出された画質判定量が閾値P 3以上

5 閾値P 4未満のときは指紋隆線情報が少ない指紋画像と判定され(S 5 8)、算出された画質判定量が閾値P 4以上のときは十分な指紋隆線情報を含んだ指紋画像であると判定され、画質判定処理が終了する。

画質判定処理が終了すると、図2に戻って、指紋画像採取部10で採取した指紋画像が有効であるか否かが判断される(S 1 4)。すなわち、上述した画質判定処理で指紋隆線情報が少ない指紋画像又は指紋隆線情報が十分な指紋画像と判定された画像データは有効な画像データとしてステップS 1 6に進み、指紋以外の画像であると判定された画像データは有効な画像データではないとして、S 1 0、S 1 2、S 1 4のステップが繰り返される。

10

有効な指紋データであると判断されると〔ステップS 1 4でYESの場合〕、特徴パラメータ抽出部16により、画像データから特徴パラメータが抽出される(S 1 6)。

15

特徴パラメータが抽出されると、特徴パラメータを抽出した画像データが十分な隆線情報を有するかどうか判定される(S 1 8)。すなわち、S 1 2のステップで行われた画質判定処理で指紋隆線情報が少ない画像データであると判定されている場合にはステップS 2 0に進み、指紋隆線情報が十分な画像データであると判定されている場合にはステップS 2 2に進む。

20

ステップ20に進んだ場合には、登録処理2が行われる。すなわち、指紋隆線情報が少ない画像データから抽出した特徴パラメータであるとして、IDコード及びパスワードを入力部24より入力させ、IDコード及びパスワードと関連付けて特徴パラメータがメモリ26に登録される。

25

S 2 2に進んだ場合には、登録処理1が行われる。すなわち、指紋隆線情報が充分含まれた画像データから抽出した特徴パラメータであるとして、IDコードのみを入力部24より入力させ、IDコードのみと関連付けて特徴パラメータがメモリ26に登録される。

このように、指紋隆線情報の量により登録処理の内容を変えているのは、指紋隆線情報の少ない画像で登録処理を行った識別対象者には、パスワードの一致を前提として照合判定の条件を緩め、照合時に入室が拒絶されてしまうという事態を回避するためである。

- 5 つきに、“指紋照合時”における指紋照合装置の作動を、図5のフローチャートに基づいて説明する。識別対象者が指紋照合を行うことを入力部24から入力すると、制御部22により“IDコード等の入力を行って下さい”という表示が行われ、識別対象者はIDコード（指紋登録時にパスワードの登録を行った者は、IDコードとパスワード）を入力部24に入力する（S72）。IDコードが入力部24から入力されると、先に説明した指紋画像採取処理（図3参照）が行われる（S74）。指紋画像採取処理が終了すると、先に説明した画質判定処理（図4参照）が行われ（S76）、次いで指紋画像採取部10で採取した画像データが有効かどうかの判定が行われる（S78）。S78のステップで行われる有効性の判定は、上述した‘指紋登録時’と同様に、画質判定処理で指紋以外の画像データと判定された画像データは有効でないと判定され、指紋隆線情報が少ないと判定された画像データ及び指紋隆線情報が充分であると判定された画像データについては有効であると判定される。S78のステップで有効でないと判定された場合〔ステップS78でNOの場合〕は、再度、S74、S76、S78のステップが実行される。
- 10
- 15
- 20 S78のステップで有効であると判定された場合〔ステップS78でYESの場合〕は、有効であると判定された画像データから特徴パラメータの抽出が行われる（S80）。特徴パラメータが抽出されると、抽出されたパラメータを用いて、採取された指紋がメモリ26に登録されている指紋と一致するか否かを判定する（S82）。すなわち、S72で入力されたIDコードからメモリ26内に登録されている特徴パラメータの一つが特定され、その特定された特徴パラメータがS80のステップで抽出された特徴パラメータと一致するかどうかにより判定が行われる。この際、指紋隆線情報が少ない画像データから抽出した特徴パラメータを用いて登録が行われている場合、ステップS72で入力されたパスワードが一致することを条件に、特徴パラメータの照合判定の条件が低めに切替えら
- 25

れる。このため、採取した指紋画像に含まれる指紋隆線情報が少なく特徴パラメータの抽出が充分に行われずに登録された場合においても、特徴パラメータが一致する（同一指紋である）と判定され易くなる。

- そして、登録された特徴パラメータと抽出された特徴パラメータが一致する場合
5 合は扉が開放され（S 8 6）、一致しない場合にはブザーが鳴り入室が禁止される（S 8 4）。

以上、詳述した指紋照合装置では、下記の点において従来装置に比較して有効である。

- 〔A〕本実施の形態に係る指紋照合装置では、指紋画像判定部 1 4 で採取した画像データに識別対象者を識別可能な程度に指紋隆線情報が含まれているかどうか
10 （指紋画像データの有効性）が判断される。そして、指紋画像判定部 1 4 で有効であると判定された画像データに基づいて指紋登録及び指紋照合が行われる。そのため、照合不良を防止し指紋照合精度を向上することができる。

- 特に、本実施の形態に係る指紋照合装置では、採取した指紋画像を指紋隆線情報が少ない指紋画像と、指紋隆線情報が十分に含まれた指紋画像とに区分して
15 別々の内容で指紋登録を行う。即ち、指紋隆線情報が十分に含まれる指紋画像の場合は通常通り指紋登録を行い、指紋隆線情報が少ない指紋画像の場合はパスワード等の補助入力情報と共に指紋登録が行われる。

- そして、指紋隆線情報が少ない指紋画像で指紋登録を行った識別対象者が指紋
20 照合を行うときは、パスワードを入力させることにより照合判定の条件を緩やかにし、識別対象者が登録者であるにも関わらず登録者でないと判定される照合不良を防止する。このように本実施の形態に係る指紋照合装置では、有効な指紋画像データを二つの区分に分類し、それぞれで異なる登録処理及び指紋照合処理とすることで、通常の判定条件では拒絶されてしまうような指紋画像をも照合可能
25 としている。

〔B〕本実施の形態に係る指紋照合装置では、A/D変換部 1 2 で出力される指紋画像データの有効性を、指紋画像の特徴を考慮しつつ、簡単な処理により画質判定量を算出し評価している。したがって、従来のように単に濃度値の明部と暗部の面積比等によって指紋画像を評価しないため、指紋隆線が潰れてしまってい

るような指紋画像は有効な指紋画像とは判定されない。また、従来のように指紋画像内の特徴点を求める処理等を行わずに指紋画像の特徴が評価できるため、画像データの処理量及び処理時間を少なくすることができ、小規模システムで指紋照合装置を構成できる。

5 また、本実施の形態に係る指紋照合装置で行われている画質判定は、基準点と比較点の濃度値の差や、スペクトル特性に基づいて判定が行われるため、光学方式（光路分離方式、全反射方式を含む）で指紋画像を採取する場合や非光学方式（半導体指紋読取りチップ）で指紋画像を採取する場合においても、判定アルゴリズムの変更等が不要となる。

10 さらに、画質判定量をGDSの強度や起伏に基づいて算出する場合においては、その後の特徴パラメータ抽出部16で必要となる処理（GDSへの変換処理）が既に行われているため、特徴パラメータ抽出部16の計算量を少なくすることができる。

15 〔C〕本実施の形態に係る指紋照合装置では、指紋画像判定部14で判定される指置き始め判定、画像安定度判定、画像有効判定において、それぞれ計算領域（基準点の設定パターン）を変更できるようにしているため、その用途・目的に応じて計算量を最適なものとすることができる。

次に、上述した実施の形態に係る指紋照合装置を変形した他の実施の形態に係る指紋照合装置について説明する。

20 以下に説明する指紋照合装置においても、上述した指紋照合装置と略同一の構成を備え、指紋画像採取部、A/D変換部、指紋画像判定部、特徴パラメータ抽出部、指紋登録部、指紋照合部、制御部、入力部を備える（図1参照）。

25 しかしながら、以下に説明する指紋照合装置では、指紋画像採取部を半導体指紋リーダ（指紋読取りチップ）で構成した点及び指紋画像判定部における指紋画像の有効性判定の方法を変更した点の二点においてのみ異なる。したがって、以下の説明では上記の異なる点についてのみ説明する。

この指紋照合装置の指紋画像採取部は、半導体指紋リーダ（指紋読取りチップ）により指紋画像を採取する。半導体指紋リーダにより指紋を採取することで、指紋画像採取部をコンパクト化することが可能となる。すなわち、光学式の場合

には光路長を必要とするが、半導体指紋リーダでは光路長を必要とせず装置のコンパクト化が可能となる。この半導体指紋リーダには、指紋採取板に指が接触した際の、静電容量の違い（指紋隆線部と指紋谷線部における静電容量の相違）から指紋画像を採取する静電容量方式、電界強度の違いから指紋画像を採取する電界強度方式及び検出温度の違いから指紋画像を採取する熱検知方式があるが、この指紋照合装置では、採取された指紋画像の明瞭度や操作性等の理由から電界強度方式の指紋リーダ〔オーセンテック社製（FingerLoc2.1）〕を使用している。

この指紋照合装置では、半導体指紋リーダによって指紋画像を採取する方式としたため、指紋画像判定部における指紋画像の有効判定において、さらに、指紋画像に含まれるノイズ成分の量に関する判定が行われる。すなわち、半導体指紋リーダでは、図27に示すような指紋隆線がノイズに埋もれてしまう指紋画像（いわゆる、砂嵐画像）が採取される場合がある。このような指紋画像の場合、上述した判断手法では、有効な指紋画像か否かを判断することができない。すなわち、ノイズによっても基準点の濃度値と比較点の濃度値との差が大きくなるためである。そこで、この指紋画像判定部では、上述した実施形態と同様に、指紋採取板への指置き始め判定、指紋画像が安定したか否かの画像安定度判定及び指紋画像データに十分な指紋隆線情報が含まれているか否かの判定が行われた後に、さらに、指紋画像に含まれるノイズ成分の量が許容範囲内か否かを評価するノイズ量判定を行うこととしている。以下、このノイズ量判定の手順を詳細に説明する。

この指紋画像装置におけるノイズ量判定は、指紋画像における指紋隆線の連続性を利用して指紋画像に含まれるノイズ成分の量を判断している。すなわち、指紋隆線は連続していることから、明瞭な指紋画像の場合は、指紋画像内に設定した設定領域と、その設定領域を少し（例えば、1走査線分）だけずらした領域（以下、比較領域という）における濃度値パターン（濃度値が高い部分：指紋隆線の位置）は類似することとなる（図16(a)と図16(b)に示す隣合う走査線のGDSパターンが類似することからも理解できる。）。一方、ノイズ成分が多く含まれる指紋画像の場合には、ノイズの影響によって濃度値パターンが類似しないこととなる。したがって、この指紋照合装置では、上記特徴を利用してノイズ成

分の量を評価し、ノイズ成分の量が許容値以上の指紋画像については、指紋登録又は指紋照合に使用する指紋画像から排除する。以下、ノイズ量判定の手順について詳細に説明する。なお、この指紋照合装置では、(1) GDSパターンの類似度からノイズ成分の量を判定する方法、(2) 濃度値パターンの類似度からノイズ成分の量を判定する方法、(3) 平均GDSによりノイズ成分の量を判定する方法、(4) 平均指紋ピッチの連続性によりノイズ成分の量を判定する方法、の4つの判定方法が適宜選択して使用される。以下、各場合に分けて説明する。

(1) GDSパターンの類似度からノイズ成分の量を判定する方法

GDSパターンの類似度からノイズ成分の量を判定する方法について、図2-1及び図2-2を参照して説明する。ここで、図2-1はGDSパターンの類似度を算出する手順を模式的に示す図であり、図2-2は明瞭な指紋画像とノイズに埋もれた指紋画像のズレ幅と類似度の関係を示す図である。

このノイズ判定方法では、まず、指紋画像データから指紋画像全体のGDSパターンを取得する。具体的には、 $n \times m$ ドットの指紋画像(図8参照)においてx方向(又はy方向)の全ての走査線の濃度値波形を周波数変換してGDSを求める。そして、それらを図17に示すように、走査線 n 、周波数 CH 、GDS強度 GD を座標軸として3次元的に表されたものが指紋画像のGDSパターンである。この指紋画像のGDSパターンをGDS強度の大きさに応じて濃淡を付けて二次元的に表示したものが、図6(a)、図7(a)に示す指紋画像の右横(X方向のGDSパターン)及び下方(Y方向のGDSパターン)に示されている。このGDSパターンは、周波数変換処理することで指紋画像データよりもデータ数が少なくなり、指紋画像全体を評価しながら処理時間の短縮化に寄与する。

このようにGDSパターンが算出されると、図2-1に示すように、求めたGDSパターン(図ではY方向のGDSパターン)と、このGDSパターンを1走査線分だけx方向にずらしたGDSパターンとの類似度を算出する。具体的には、対応する走査線及び周波数チャンネルのGDS強度(例えば、 i 番目の走査線で n チャンネルのGDS強度には、 $i-1$ 番目の走査線で n チャンネルのGDS強度が対応する。)の差の絶対値を算出し、この絶対値を全ての対応するGDS強度について求め、その和を判定値とする。そして、この判定値が所定の閾値より

小さくなる場合、すなわち、隣合う走査線のGDSパターンが類似する場合には、指紋画像に含まれるノイズの量が許容範囲内と判定し、指紋登録又は指紋照合を行う。逆に、この判定値が所定の閾値より大きくなる場合には、指紋画像に含まれるノイズの量が許容範囲内ではないと判定し、指紋登録又は指紋照合を行う指紋画像から棄却する。

このような方法を用いた具体例を図22を参照して説明する。図22の左側には、①明瞭な指紋画像と、②ノイズに埋もれた指紋画像の二つの指紋画像が表示されている。これら二つの指紋画像について、GDSパターンをそれぞれ±の方向に移動させたズレ幅を横軸、判定値（距離）を縦軸として、ズレ幅と判定値の関係を図22の右側に示している。図から明らかなように、GDSパターンを1走査線だけずらした場合は、①明瞭な指紋画像については判定値が小さくなり、②ノイズに埋もれた指紋画像では判定値が高くなっている。したがって、閾値を実験等によって定め、この閾値と判定値を比較することで、ノイズ成分の少ない明瞭な画像であるか否かが判断できる。

上述したことから明らかなように、この方法では、指紋画像全体のGDSパターンに対して、図21に示すように設定領域と比較領域を設定し、この設定領域と比較領域の類似度を算出することでノイズ成分の量を評価していることとなる。

なお、上述した説明では、Y方向のGDSパターンを用いてノイズ成分の量の判定を行ったが、当然のことながらX方向のGDSパターンを用いてノイズ成分の量の判定を行うようにしても良い。さらには、X方向及びY方向のGDSパターンを用いて判定を行っても良い。その場合には、X方向とY方向で、その判定値に重み付けをしても良い。

また、当然のことながらGDSパターンの類似度を評価する方法は、類似度（相関度）を算出する公知の種々の方法（数学的手法）を利用できることは言うまでも無い。

（2）濃度値パターンの類似度からノイズ成分の量を判定する方法

次に、濃度値パターンの類似度からノイズ成分の量を判定する方法について図23を参照して説明する。図23は、指紋画像に設定した設定領域と比較領域の濃度値パターンから、これらの領域の類似度を評価する方法を説明するための図

である。

この判定方法では、まず、指紋画像内に水平方向（x方向）に複数の走査線を選択して設定領域とし、それらの各走査線と隣合う走査線をそれぞれ比較領域として設定する。次いで、設定領域と、これに対応する比較領域において、対応する座標（x座標）の濃度値の差の絶対値の和を求め、この絶対値の和を全ての設定領域について求める。最後に、求めた各設定領域の絶対値の和を指紋画像に含まれるノイズ成分の量を評価する判定値とする。

ここで、隣合う二本の走査線が類似する場合（指紋画像に含まれるノイズ成分が少ない場合）は、上述した判定値は小さくなり、類似しない場合（指紋画像に含まれるノイズ成分が多い場合）には判定値が大きくなる。したがって、この判定値が所定の閾値より小さい場合は、指紋画像に含まれるノイズ成分の量は許容範囲内にあると判定し、判定値が所定の閾値より大きい場合は、指紋画像に含まれるノイズが許容値範囲を超えると判定する。

このように、この（2）の方法でも、隣合う二本の走査線の濃度値のパターンが類似する（指紋隆線が連続する）という特徴を利用して、指紋画像に含まれるノイズ成分の量を評価している。

なお、上述した図23に示す例では、x方向に設定領域（走査線）及び比較領域（走査線）を設定したが、当然のことながら、y方向に設定領域及び比較領域を設定するようにしても良い。また、対応する領域の類似度を判定する判定方法は、二つの領域の類似度を評価できる手法であればどのような方法でも良く、例えば、相関係数をx方向（y方向）について求めても良い。

（3）平均GDSを用いてノイズ成分の量を判定する方法

次に、平均GDSを用いてノイズ成分の量を判定する方法について、図24を参照して説明する。図24は、指紋画像を分割した状態を示す図である。

この判定方法では、まず、指紋画像内を複数の領域に分割する。そして、この分割した領域毎に平均GDSを求める。具体的には、まず、分割した各領域を構成する複数の走査線に関する濃度値波形から走査線毎にGDSを求める（図16参照）。次いで、求めた走査線毎のGDSを同一の周波数チャンネル同士で足し合わせ、その平均のGDSを求める。

そして、この求めた平均GDSの面積（図16における座標軸とGDSとがなす面積）の大きさから、その領域に含まれるノイズ成分の量を判定する。すなわち、図16からも明らかなように、ノイズ成分が少ない明瞭な指紋画像（指紋隆線が連続する指紋画像）においては、隣合う走査線のGDSは同一の周波数チャンネルが大きくなる。この傾向は、限られた領域内（分割された領域内）においては、その領域を構成する全ての走査線が有することとなる。したがって、明瞭な指紋画像の場合には、平均GDSのピークも鋭くなり、その面積も大きくなる。逆に、指紋画像に多くノイズが含まれている場合には、ノイズ成分により各走査線のGDSが、図16に示すような類似した傾向を示さない。このため、平均GDSのピークも小さくなり、その面積は小さくなる。よって、各領域について求めた平均GDSの面積の大小で、その領域に含まれるノイズ成分の量を評価することが可能となる。

したがって、各領域について求めた平均GDSの面積を足し合わせた値により指紋画像全体に含まれるノイズ成分の量を判定することができ、この足し合わせた値が所定の閾値を越える場合には、その指紋画像に含まれるノイズ成分の量は許容値範囲内であると判定し、所定の閾値を超えない場合には、その指紋画像に含まれるノイズ成分の量は許容範囲を超えると判定する。

このように平均GDSの面積によりノイズ成分の量を評価する方法においても、明瞭な指紋画像では、隣合う走査線の濃度値パターン（GDS）が類似するという特徴を利用して指紋画像に含まれるノイズ成分の量を判定するものである。したがって、この方法においても、隣合う走査線（請求の範囲にいう設定領域と比較領域に相当する）のGDSパターンの類似度を求めて、この類似度に基づいてノイズ成分の量を判定していることとなる。そして、類似度を求める方法として、分割された領域内の平均GDSを求め、その平均GDSの面積を求めている。

なお、上述した図24に示す例では、x方向に伸びる境界線によって指紋画像を複数の領域に分割したが、当然のことながら、y方向に伸びる境界線によって指紋画像を複数の領域に分割するようにしても良い。

（4）平均指紋ピッチの連続性によりノイズ成分の量を判定する方法

次に、平均指紋ピッチの連続性によってノイズ成分の量を判定する方法につい

て図25及び図26を参照して説明する。ここで、図25は平均指紋ピッチの縦軸方向及び横軸方向の分布を示す図であり、図26は指紋波形から平均指紋ピッチを算出する際の手順を説明するための図である。

この判定方法では、まず、指紋画像内における水平方向（x方向）の全ての走査線の濃度値波形（図26の上側に示す波形）から走査線毎にGDSを求める（図26の下側に示す波形）。次いで、求めたGDSから平均指紋ピッチ（基本周波数）を求める。具体的には、求めたGDSの自己相関係数を算出し、この算出した自己相関係数を用いて線形予測係数を求め、この線形予測係数より正規化共振周波数を求める。この正規化共振周波数は、指紋波形を周数数変換処理することにより求めたGDS（指紋波形のスペクトル）を一つの共振点を持つ共振特性として強制的に近似したときの共振周波数であり、その走査線における指紋隆線（暗部）の平均間隔、すなわち平均指紋ピッチに相当する。上述した手順で各走査線における平均指紋ピッチ（正規化共振周波数）が算出されると、この算出された平均指紋ピッチから指紋画像に含まれるノイズ成分の量を判定する。

ここで、図25(a)に示す明瞭な指紋画像から算出した平均指紋ピッチを、図25(b)の指紋画像の右側（y方向）及び下側（x方向）に示す。図25(b)では、平均指紋ピッチを、走査線の位置毎にプロットして示している。この図25(b)から明らかなように、明瞭な指紋画像から求めた平均指紋ピッチは、連続する一つの曲線を形成するという傾向を有する。この理由は、指紋隆線が連続するという特徴から、隣合う走査線における平均指紋ピッチも近似した値を取るためである。逆に、指紋画像にノイズが含まれている場合には、ノイズの影響で平均指紋ピッチが連続せず、不連続となる。したがって、平均指紋ピッチの連続性を評価することで、指紋画像に含まれるノイズ成分の量を判定することが可能となる。

そこで、この実施の形態では、平均指紋ピッチの連続性を評価するため、隣接する走査線の平均指紋ピッチの差の絶対値を、全ての走査線について求めて足し合わせ、その足し合わせた値を判定値としている。この判定値は、平均指紋ピッチが連続する場合には小さい値となり、平均指紋ピッチが連続しない場合には大きい値となる。このため、求めた判定値が所定の閾値未満の場合には、指紋画像に含まれるノイズ成分の量が許容範囲内であると判定し、求めた判定値が所定の

閾値以上である場合には、指紋画像に含まれるノイズ成分の量が許容範囲を超えると判定することができる。

このように平均指紋ピッチによりノイズ成分の量を判定する方法においても、明瞭な指紋画像では、隣合う走査線の濃度値パターン（平均指紋ピッチ）が近似するという特徴を利用して指紋画像に含まれるノイズ成分の量を判定する。したがって、この方法においても、隣合う走査線（請求の範囲にいう設定領域と比較領域に相当する）の類似度を求めて、この類似度に基づいてノイズ成分の量を判定している。

10 なお、図25（b）から明らかなように、明瞭な指紋画像の平均指紋ピッチが有する特徴は、x方向とy方向の両者の平均指紋ピッチについても同様である。したがって、x方向及びy方向の両者の平均指紋ピッチについて、上述した判定量を算出して、この判定量に基づいて指紋画像に含まれるノイズ成分の量を判定することとしても良い。

15 以上説明した(1)～(4)のいずれかの方法により指紋画像に含まれるノイズ成分の量が判定されると、その判定によりノイズ成分の量が許容範囲内の指紋画像のみを使用して、その後の指紋登録及び指紋照合が行われることとなる。

20 上述したことから明らかなように、この指紋照合装置では、ノイズ成分の量が許容範囲内であると判定された指紋画像についてのみ指紋登録及び指紋照合が行われる。このため、この指紋照合装置では、より照合不良を防止し指紋照合精度を向上することができる。

以上、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、本発明は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した形態で実施することができる。

請求の範囲

1. 指紋画像を評価する方法であって、

5 指紋画像内に設定される基準点における濃度値と、その基準点から所定の距離だけ離れて設定される比較点における濃度値とを取得する工程と、

前記工程で得られた基準点の濃度値と比較点の濃度値との差に基づいて指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価する評価工程とを備えた指紋画像評価方法。

2. 前記基準点は指紋画像内に複数設定されるとともに、その設定された基準点毎に比較点が設定されており、前記評価工程は、各基準点毎に当該基準点の濃度
10 値と、対応する比較点の濃度値との差に基づいて評価値を算出し、この算出した各基準点の評価値に基づいて指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価する請求の範囲第1項に記載の指紋画像評価方法。

3. 前記比較点は、一つの基準点に対応して複数設定されており、各基準点の評価値は、各基準点に対応して設定された比較点毎に比較点と基準点の濃度値の差
15 を求め、それら求めた各濃度値の差に基づいて算出されている請求の範囲第2項に記載の指紋画像評価方法。

4. 指紋画像を評価する方法であって、

指紋画像内に設定された基準線上の各点の濃度値を取得する工程と、

20 前記工程で得られた各点の濃度値を基準線方向に連続する波形信号とみなして、その波形信号の振幅に関する特性を求める特性取得工程と、

前記特性取得工程で求めた特性に基づいて指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価する評価工程とを備える指紋画像評価方法。

5. 前記振幅に関する特性が、前記波形信号を時系列信号とみなして周波数変換処理することにより得られるスペクトルのスペクトル特性とされる請求の範囲第
25 4項に記載の指紋画像評価方法。

6. 前記評価工程が、得られたスペクトルの低周波成分の強度と高周波成分の強度の比に基づいて指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価する請求の範囲第5項に記載の指紋画像評価方法。

7. 前記評価工程が、得られたスペクトルのスペクトルピークの大きさに基づい

て指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価する請求の範囲第 5 項に記載の指紋画像評価方法。

8. 前記基準線は指紋画像内に複数設定されており、前記特性取得工程では、その設定された複数の基準線毎にスペクトル特性が求められ、前記評価工程は基準線毎に求めた各スペクトル特性に基づいて指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価する請求の範囲第 4 項から第 7 項のいずれかに記載の指紋画像評価方法。

9. 前記基準線が、指紋画像内において直交する 2 方向にそれぞれ設定されている請求の範囲第 8 項に記載の指紋画像評価方法。

10. 指紋画像の質を評価する評価方法であって、

- 10 指紋画像内に設定される設定領域の濃度値パターンを求める工程と、
前記設定領域を所定の方法に所定の距離だけずらして設定される比較領域の濃度値パターンを求める工程と、

前記各工程で取得した二つの濃度値パターンの類似度を算出する類似度算出工程と、

- 15 前記算出工程で算出された類似度の大きさに基づいて指紋画像に含まれるノイズ成分の量を評価する指紋画像評価方法。

11. 前記設定領域は、指紋画像内に設定された直線であって、前記比較領域は、その直線に対応して設定された直線であり、前記各領域の濃度値パターンの類似度は、前記各領域を構成する直線上の点の濃度値をその直線方向に連続する波形信号とみなし、その波形信号の類似度で評価される請求の範囲第 10 項に記載の指紋画像評価方法。

- 20 12. 前記類似度算出工程は、前記波形信号を時系列信号とみなして周波数変換処理することによりスペクトル特性を求め、対応する二つの波形信号のスペクトル特性の類似度を算出する請求の範囲第 11 項に記載の指紋画像評価方法。

- 25 13. 前記類似度算出工程は、前記波形信号から平均ピッチを求め、対応する二つの波形信号の平均ピッチの差に基づいて類似度を算出する請求の範囲第 11 項に記載の指紋画像評価方法。

14. 指紋を採取して指紋画像を出力する指紋画像採取手段と、

指紋画像内に設定された 1 又は複数の基準点の濃度値を、前記指紋画像採取手

段により採取された指紋画像から取得する基準点濃度値取得手段と、

指紋画像内に設定された各基準点に対応し、その対応する基準点から所定の距離だけ離れた1又は複数の比較点の濃度値を、前記指紋画像採取手段により採取された指紋画像から取得する比較点濃度値取得手段と、

- 5 前記基準点濃度値取得手段で取得された各基準点の濃度値と、各基準点に対応する前記比較点濃度値取得手段で得られた比較点の濃度値との差を求め、その求めた差に基づいて指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価する隆線情報評価手段と、

- 10 前記隆線情報評価手段で指紋隆線情報の量が所定量以上含まれると評価された場合に、その指紋画像を用いて指紋登録及び／又は指紋照合を行う登録照合手段とを備えた指紋照合装置。

15 15. 指紋を採取して指紋画像を出力する指紋画像採取手段と、

その指紋画像採取手段により採取された指紋画像から、指紋画像内に設定される1又は複数の基準線上の各点の濃度値を取得する基準線濃度値取得手段と、

- 15 15 その基準線濃度値取得手段で得られた各点の濃度値を基準線方向に連続する波形信号とみなして、その波形信号の振幅に関する特性を求める振幅特性取得手段と、

その振幅特性取得手段で得られた振幅特性に基づいて、指紋画像に含まれる指紋隆線情報の量を評価する隆線情報評価手段と、

- 20 前記隆線情報評価手段で指紋隆線情報の量が所定量以上含まれると評価された場合に、その指紋画像を用いて指紋登録及び／又は指紋照合を行う登録照合手段とを備えた指紋照合装置。

16. 指紋を採取して指紋画像を出力する指紋画像採取手段と、

- 25 指紋画像内に設定された1又は複数の設定領域の濃度値パターンを、前記指紋画像採取手段で採取した指紋画像から取得する設定領域濃度値パターン取得手段と、

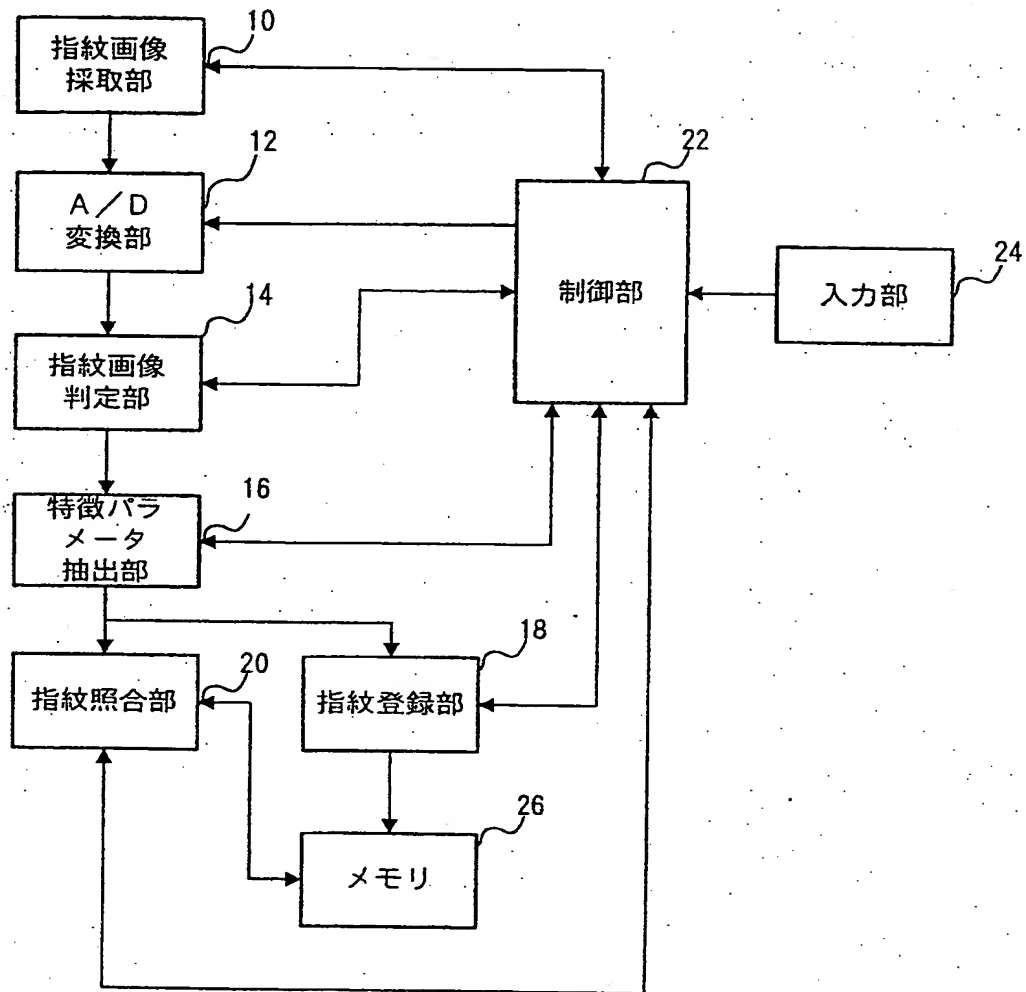
前記設定領域毎に対応して指紋画像内に設定される、その設定領域から所定の方向に所定の距離だけずらした比較領域の濃度値パターンを、前記指紋画像採取手段で採取した指紋画像から取得する比較領域濃度値パターン取得手段と、

前記各濃度値パターン取得手段で取得された対応する二つの濃度値パターンの類似度を算出する類似度算出手段と、

その類似度算出手段で算出された類似度に基づいて、指紋画像に含まれるノイズ成分の量を評価するノイズ成分評価手段と、

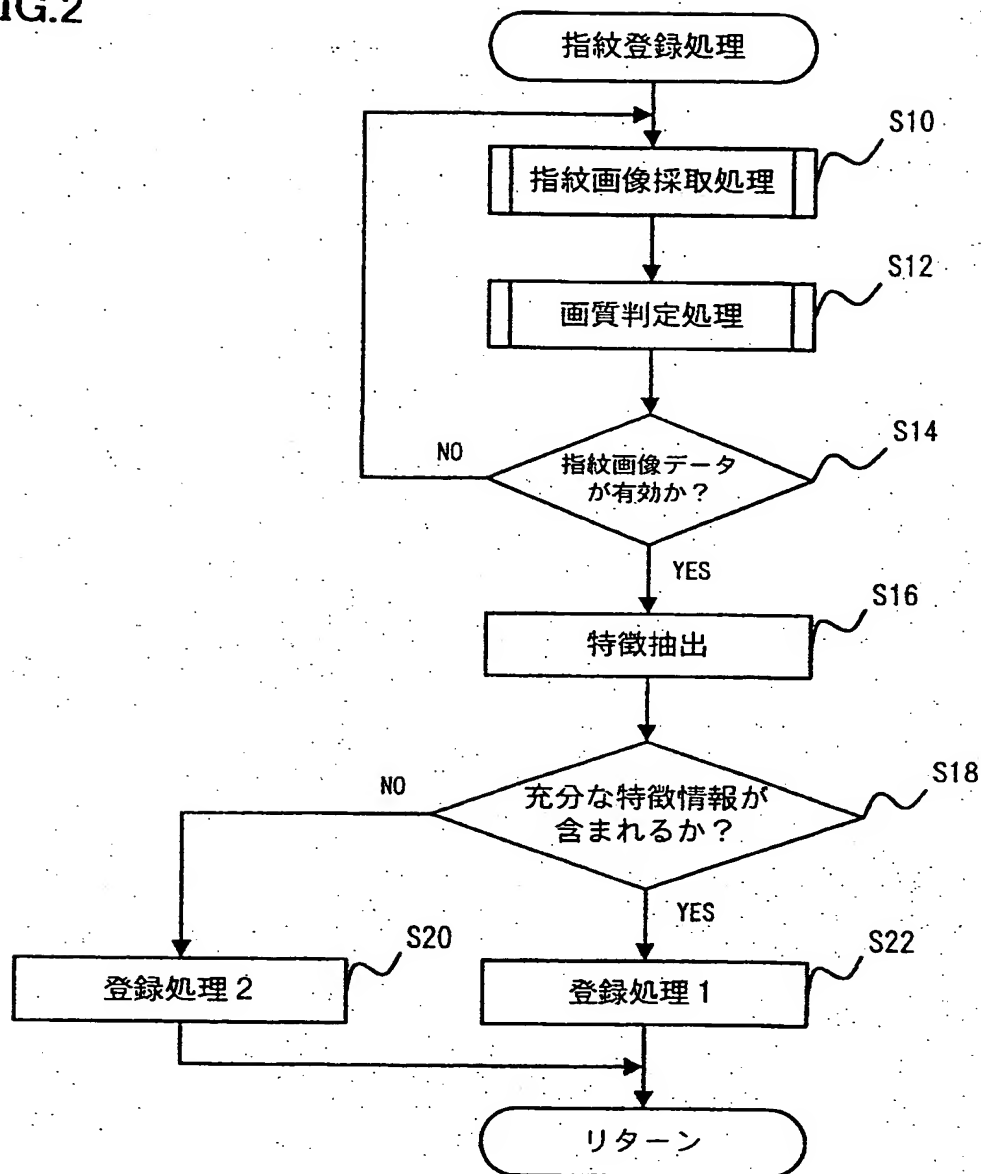
5. 前記ノイズ成分評価手段でノイズ成分の量が所定量以下であると評価された場合に、その指紋画像を用いて指紋登録及び／又は指紋照合を行う手段とを備えた指紋照合装置。

FIG.1



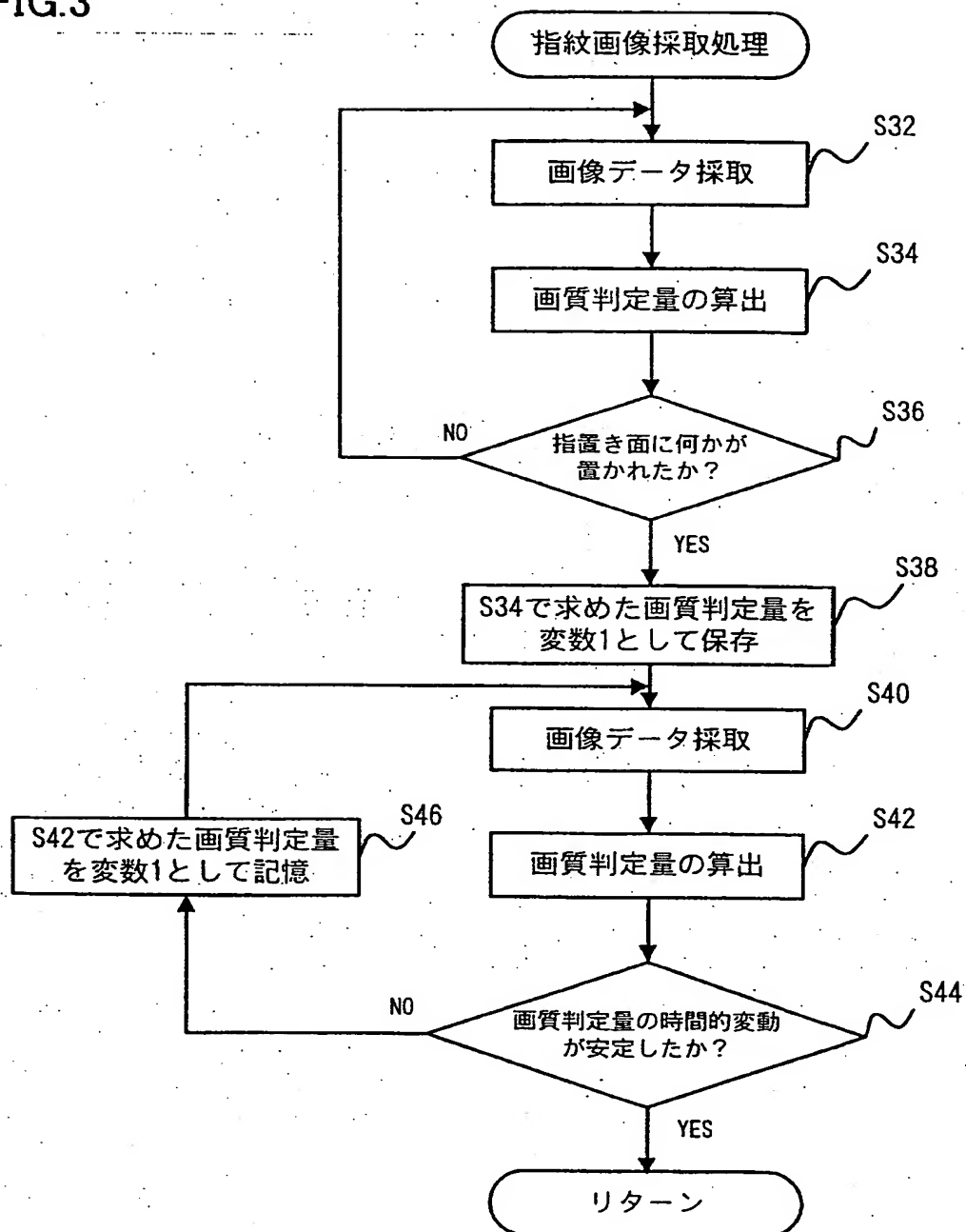
2/25

FIG.2



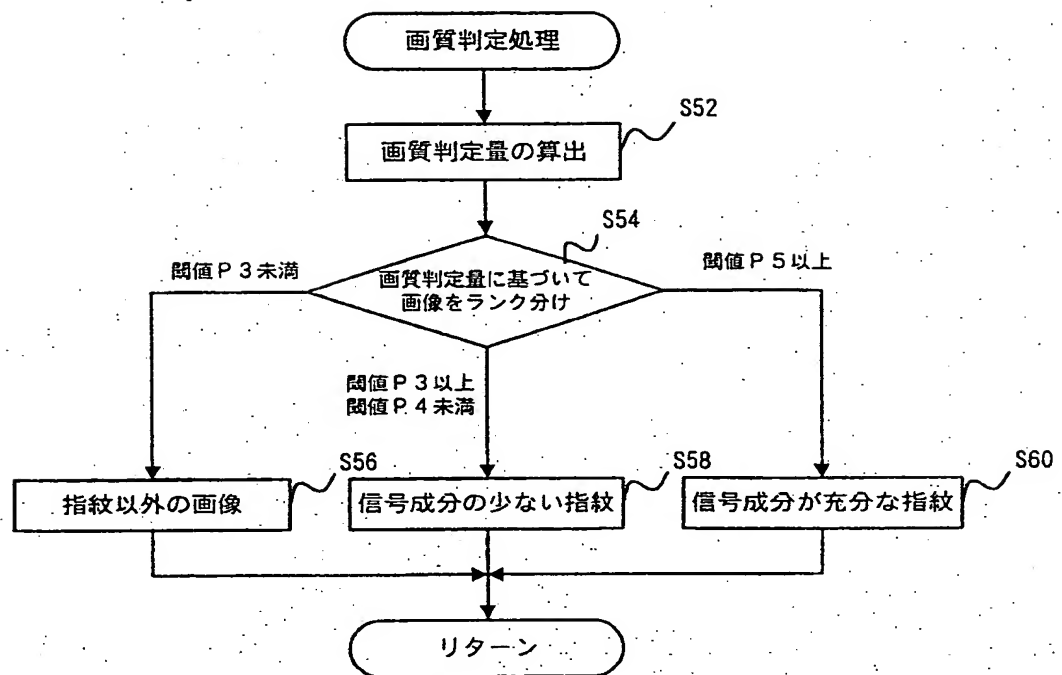
3/25

FIG.3



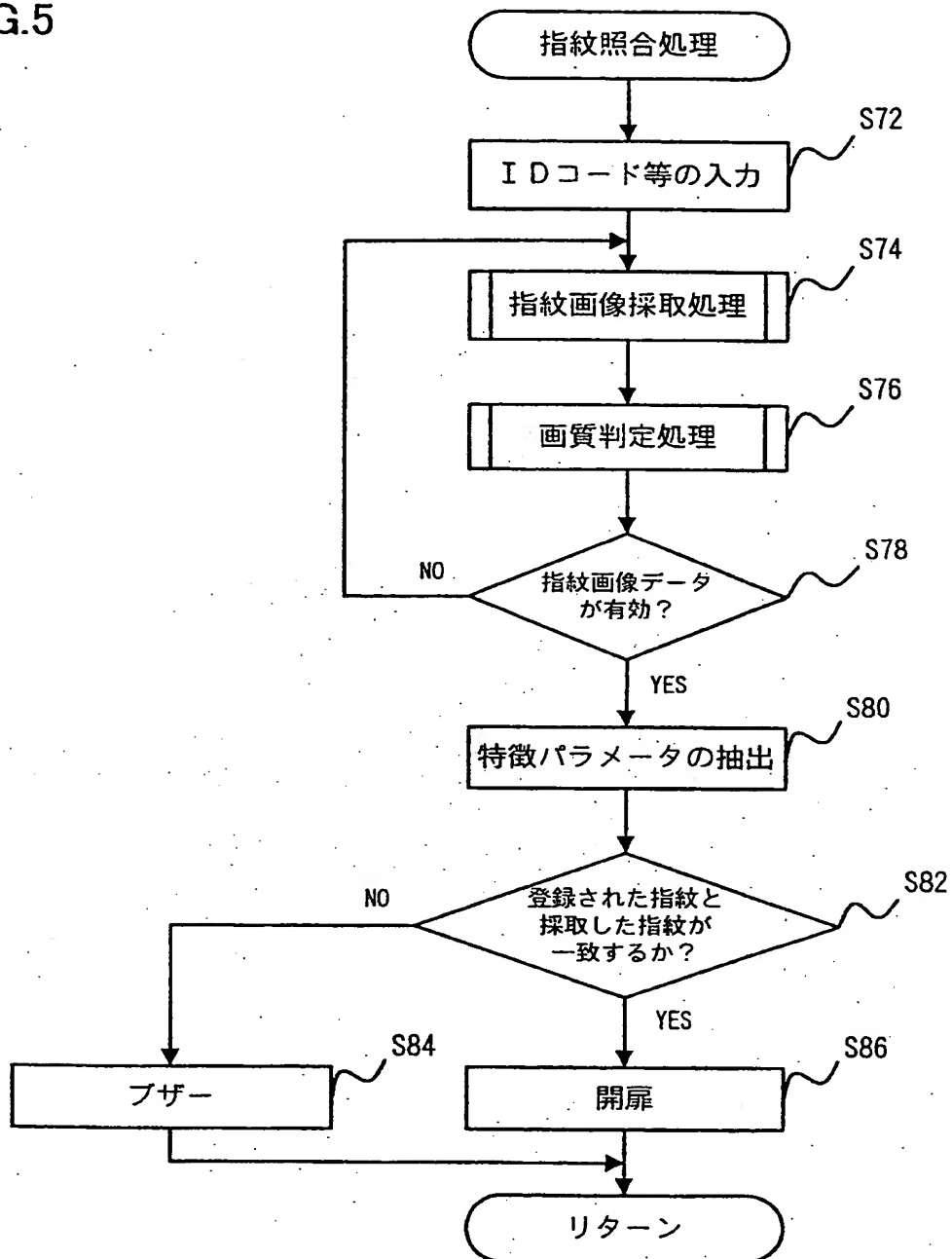
4/25

FIG.4



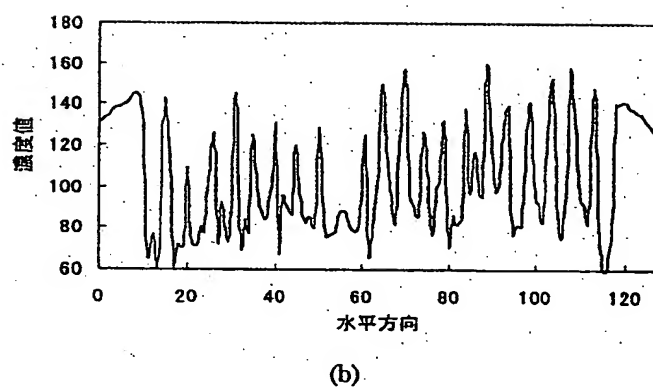
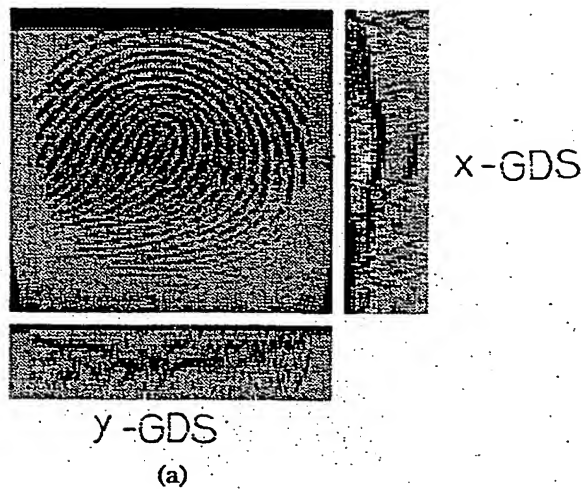
5/25

FIG.5



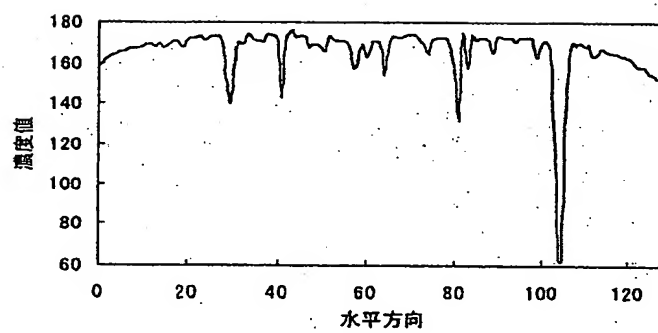
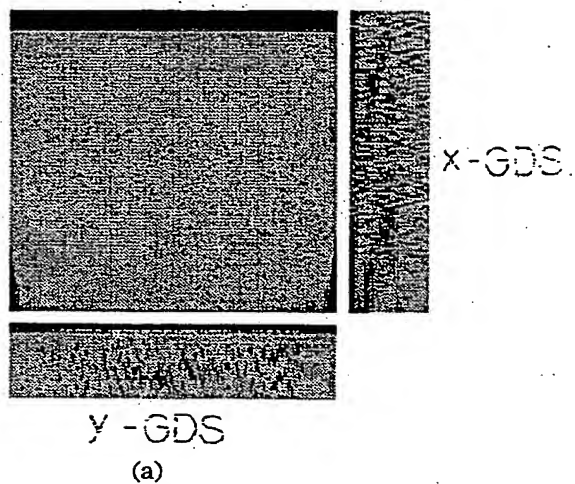
6/25

FIG.6



7/25

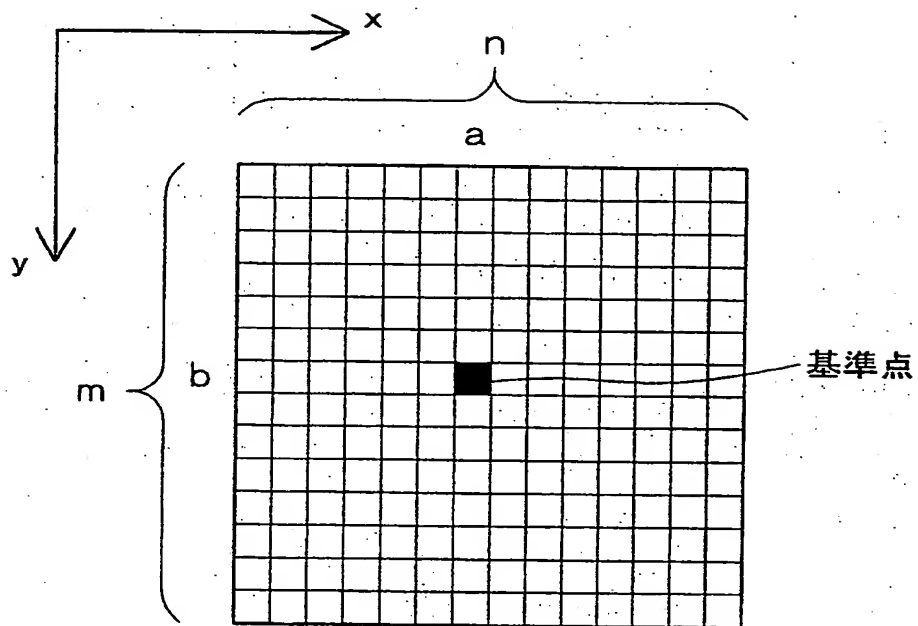
FIG.7



(b)

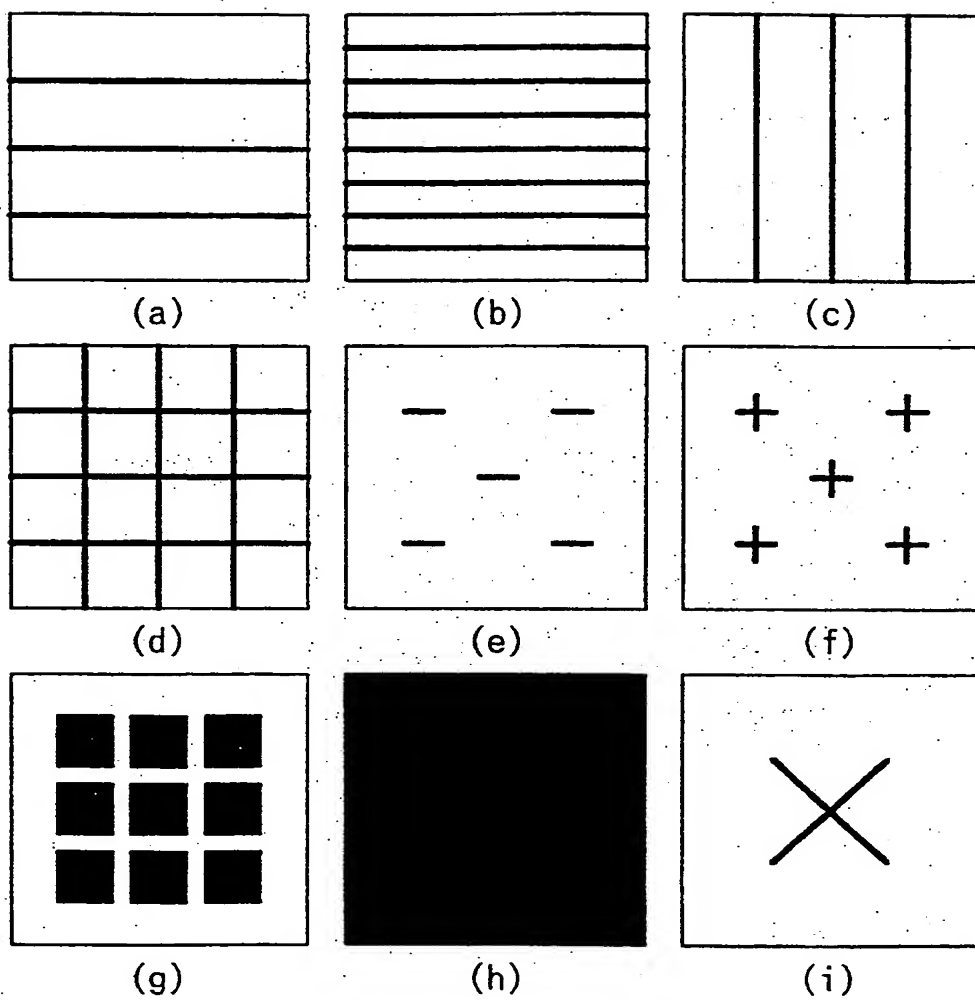
8/25

FIG.8



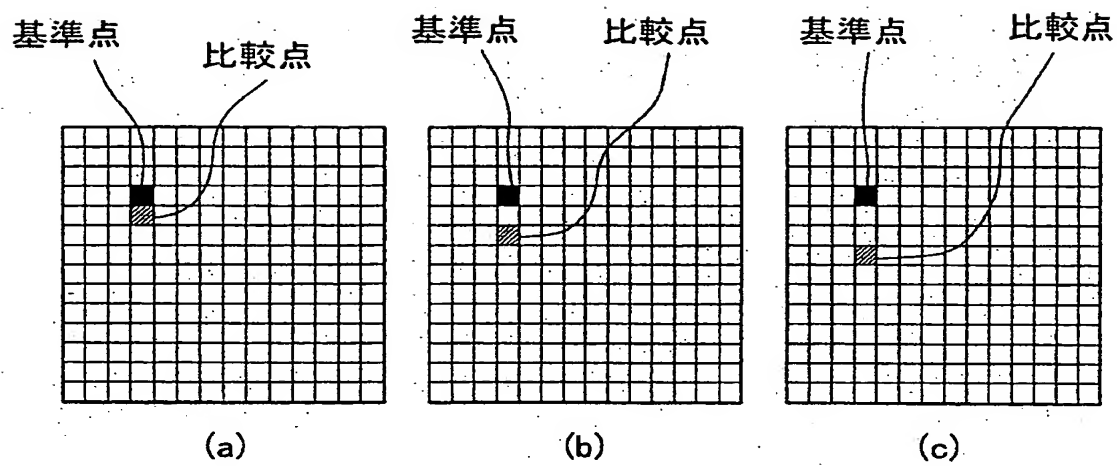
9/25

FIG.9



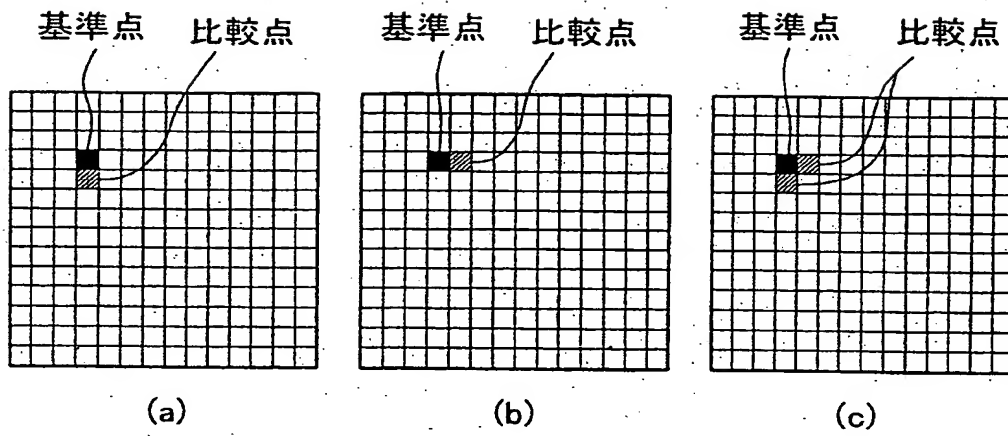
10/25

FIG.10



11/25

FIG.11



12/25

FIG. 12

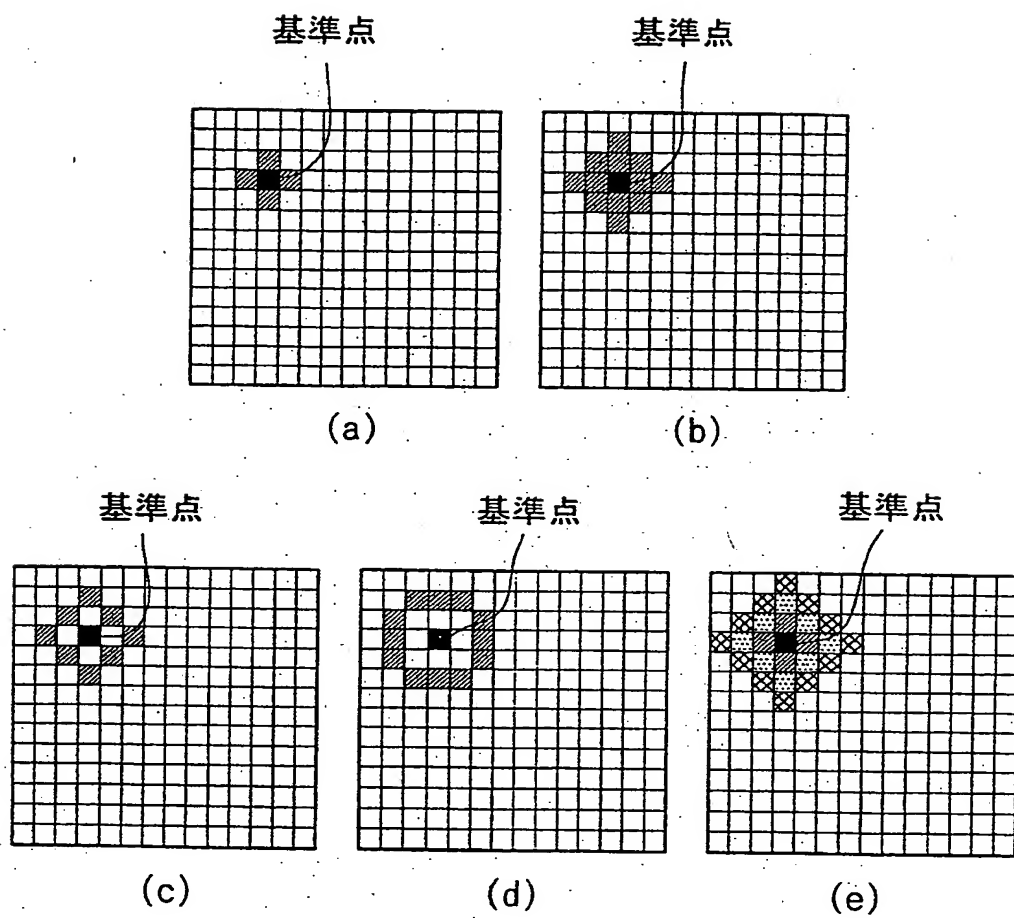
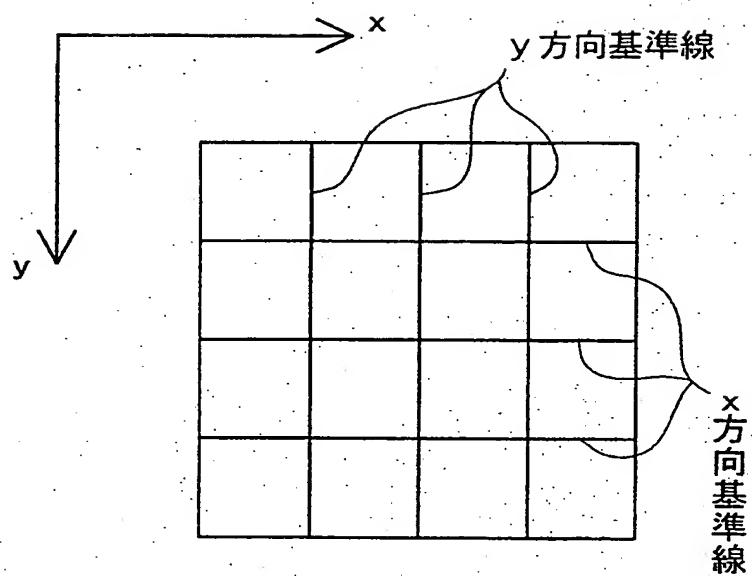
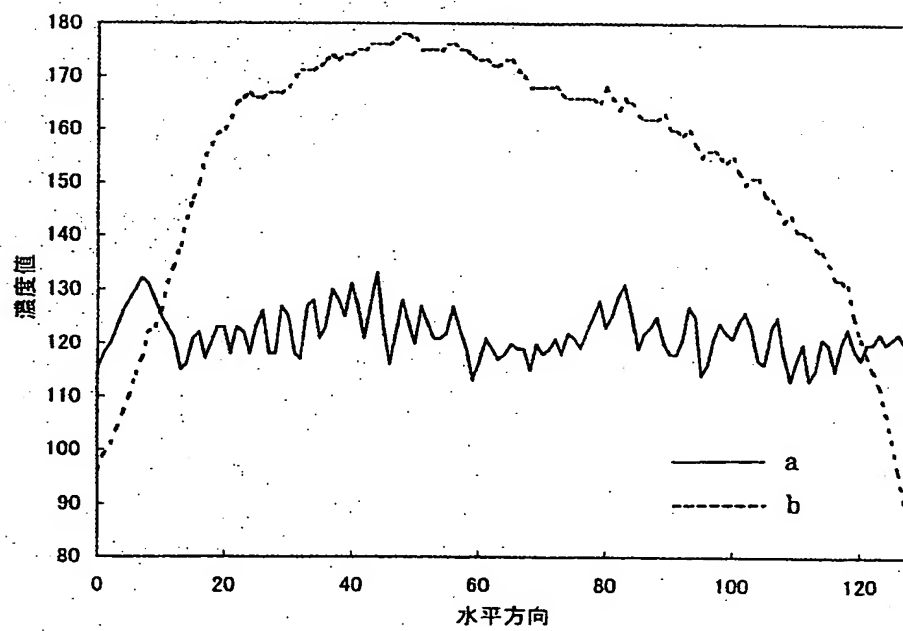
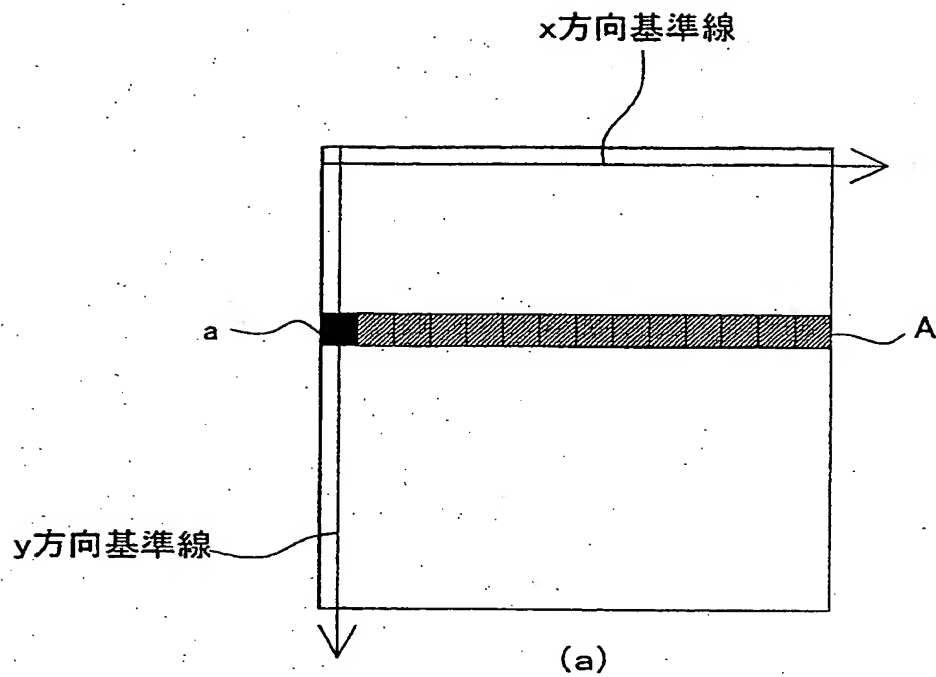


FIG. 13



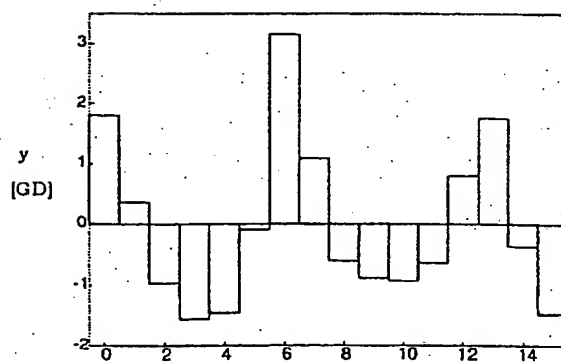
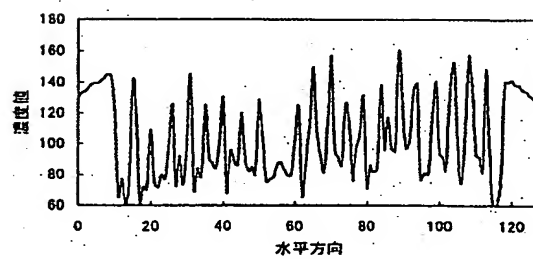
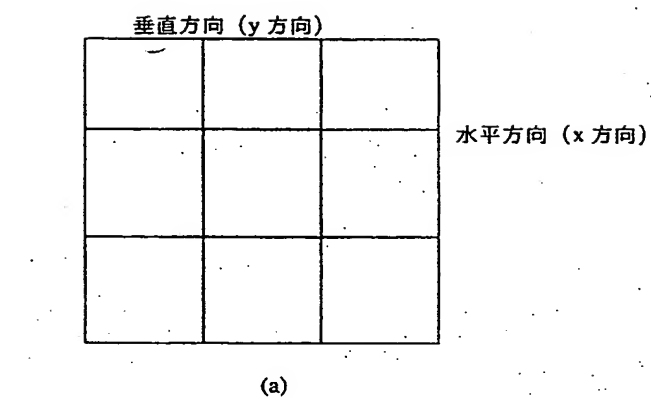
14/25

FIG.14



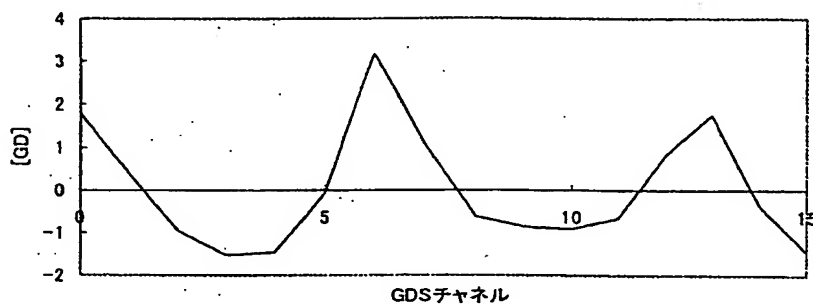
15/25

FIG.15

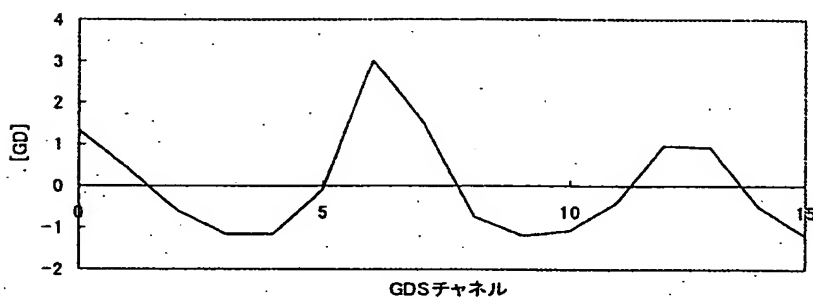


16/25

FIG. 16



(a) i ライン目の GDS パターン



(b) i+1 ライン目の GDS パターン

FIG.17

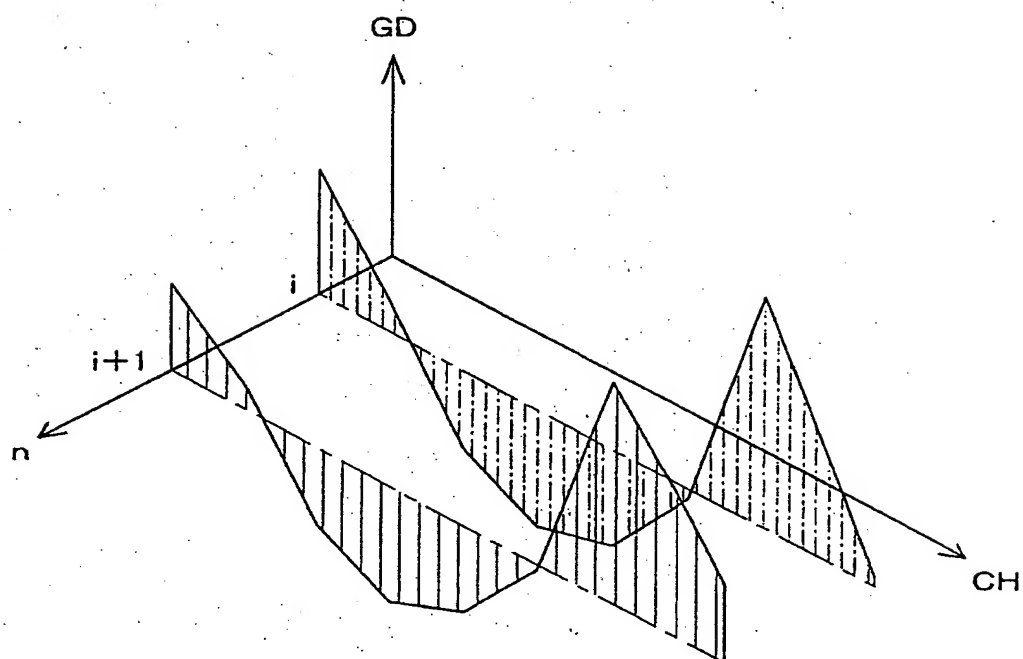


FIG.18

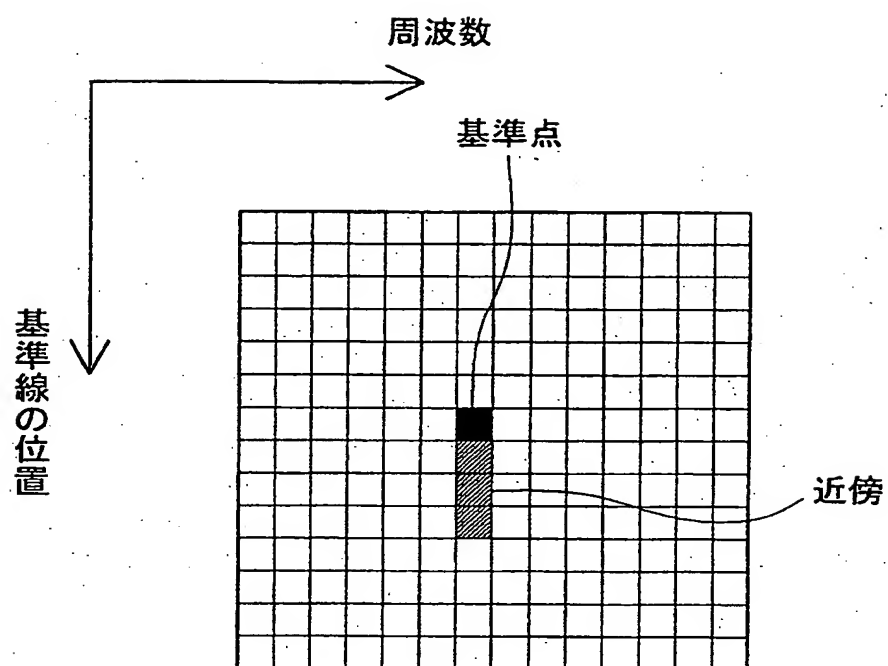
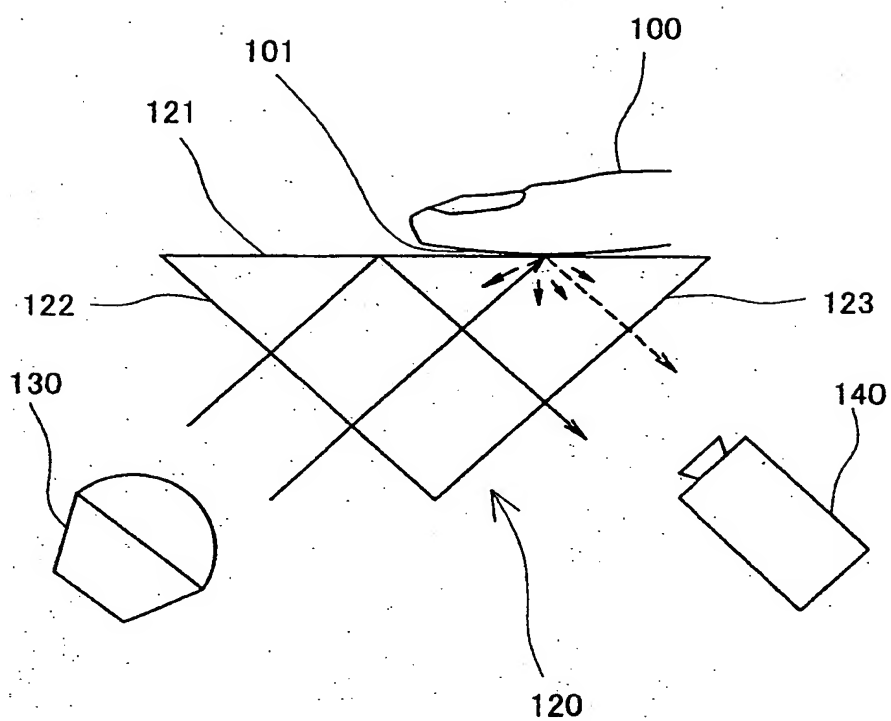
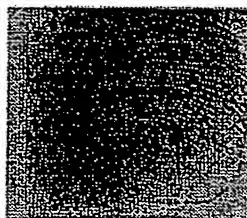


FIG.19

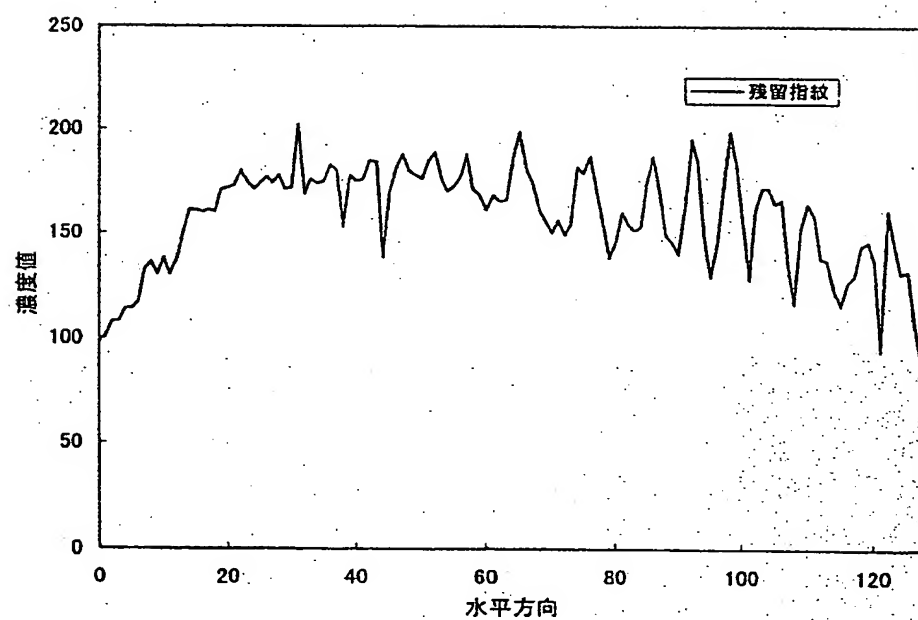


20/25

FIG.20



(a)



(b)

21/25

FIG.21

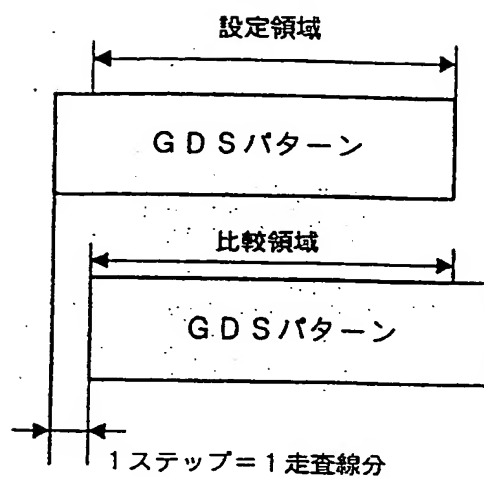


FIG.22

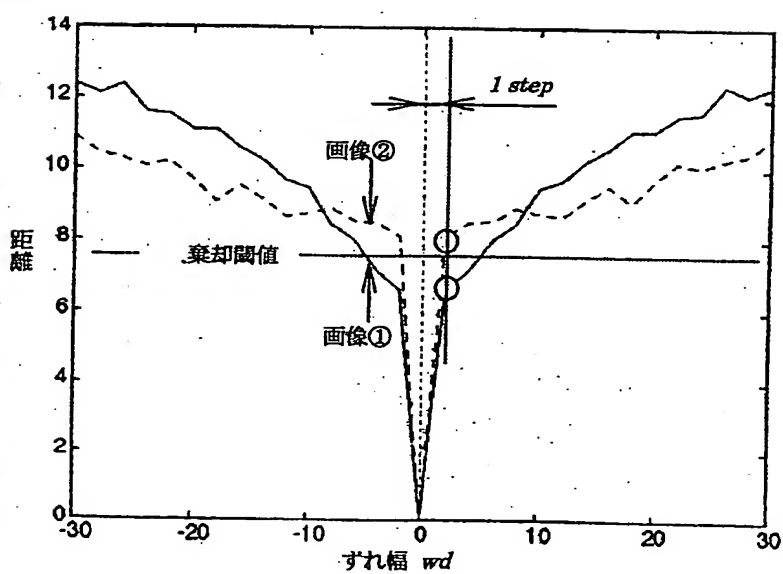


FIG.23

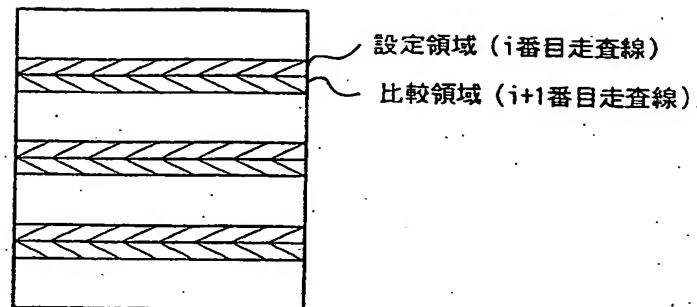


FIG.24

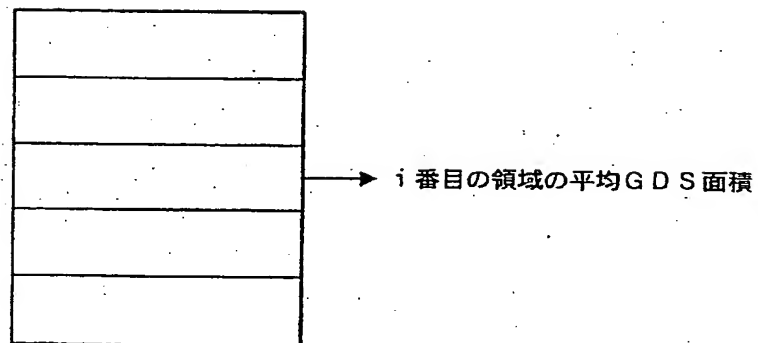
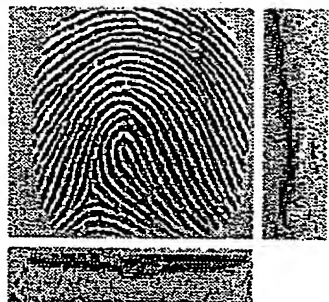


FIG.25



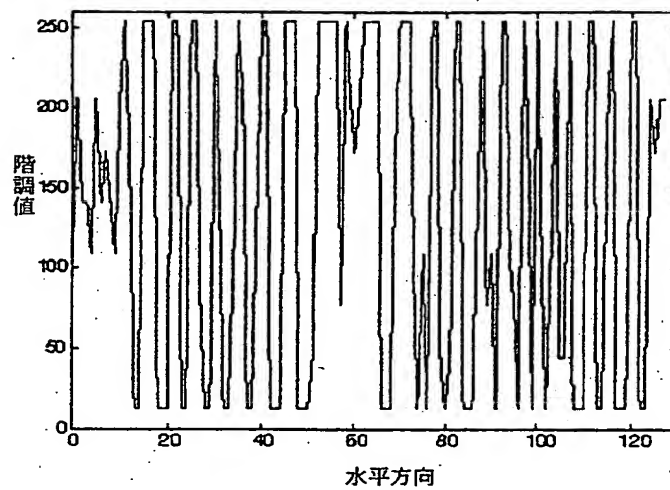
(a) 指紋 GDS



(b) 指紋ビット

FIG.26

1 ラインの
指紋波形
(上記指紋画像
から採取)



↓ 周波数分析

指紋 GDS と
ピッチ

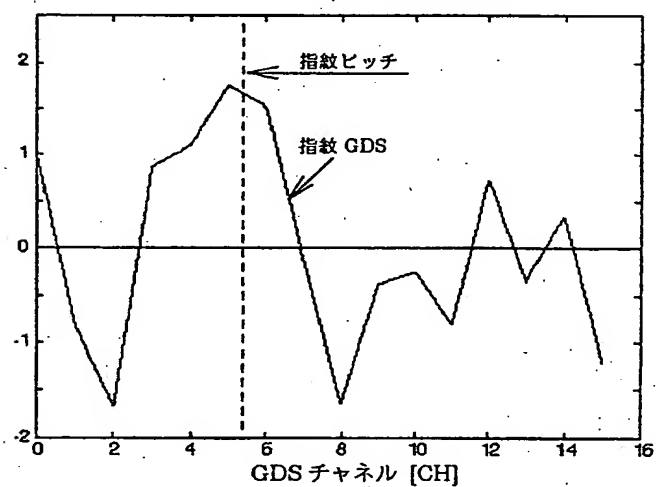


FIG.27



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/00571

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ G06T7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G06T1/00, 7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JICST FILE (JOIS)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, 5436708, A (Chuo Hatsujo Kabushiki Kaisha), 20 June, 1995 (10.06.95), Full text & JP, 6-60167, A	1-16
A	JP, 8-115425, A (Chuo Hatsujo Kabushiki Kaisha), 07 May, 1996 (07.05.96), Full text (Family: none)	1-16
A	JP, 9-274656, A (Chuo Hatsujo Kabushiki Kaisha), 21 October, 1997 (21.10.97), Full text (Family: none)	1-16
A	JP, 9-297844, A (Chuo Hatsujo Kabushiki Kaisha), 18 November, 1997 (18.11.97), Full text (Family: none)	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 March, 2001 (28.03.01)

Date of mailing of the international search report
10 April, 2001 (10.04.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' G 0 6 T 7 / 0 0

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' G 0 6 T 1 / 0 0, 7 / 0 0

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

J I C S T ファイル (J O I S)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US, 5426708, A (Chuo Hatsujo Kabushiki Kaisha), 20. 6月. 1995 (20. 06. 95), 全文 & JP, 6-60167, A	1-16
A	JP, 8-115425, A (中央発條株式会社), 7. 5月. 1996 (07. 05. 96), 全文 (ファミリーなし)	1-16
A	JP, 9-274656, A (中央発條株式会社), 21. 10月. 1997 (21. 10. 97), 全文 (ファミリーなし)	1-16
A	JP, 9-297844, A (中央発條株式会社), 18. 11月. 1997 (18. 11. 97), 全文 (ファミリーなし)	1-16

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 03. 01

国際調査報告の発送日

10.04.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小林 勝広

5H

9061

電話番号 03-3581-1101 内線 3531